DISQUISITIONES CRITICAE ET EXPERIMENTALES DE SANGUINIS QUANTITATE IN MAMMALIUM CORPORE EXSTANTIS.

DISSERTATIO INAUGURALIS
QUAM AD VENIAM DOCENDI IN ACADEMIA FRIDERICIANA HALENSI CUM VITENBERGENSI SOCIATA RITE IMPETRANDAM GRATIOSI MEDICORUM ORDINIS CONSENSU ET AUCTORITATE
DIE XXIII. MARTII MDCCCLVII HORA XI
PUBLICE DEFENDET

RUDOLFUS PETRUS HENRICUS HEIDENHAIN
MEDICINAE ET CHIRURGIAE DOCTOR

ASSUMPTO AD RESPONDENDUM SOCIO

JULIO APPEL
POTSDAMIENSI.

HALIS
TYPIS EXPRESSUM GEBAUERIO-SCHWETSCHKIANIS.

Omnes vitales actiones eo efficiuntur, quod organismorum moleculae inter se ipsas et cum iis aliorum corporum aequilibrium restituere studeant, vita vero eo consistit, quod aequilibrium nunquam restituatur.

E. Brücke.

VIRO PERILLUSTRI EXPERIENTISSIMO

A. G. VOLKMANN

PRAECEPTORI CARISSIMO SUMME VENERANDO

HASCE PAGELLAS

PIO GRATOQUE ANIMO

D. D. D.

AUTOR.

Non paucae exstant in physiologia quaestiones, quae, quum sint jam ante saecula motae, ne nunc quidem certum ac sufficiens responsum invenere, licet homines docti in ejus generis inquisitionibus versantes summo studio eas absolvere contenderint. Verendum est, ne vituperio mihi vertatur, si illi generi quaestionem eam adnumero, quae versatur in exploranda quantitate sanguinis animalium, quum per novissima decennia noti physiologi repertis adhibitisque novis inquirendi methodis de ejus rei scientia bene meriti sint; quorum quidem inquisitionibus quae sunt inventa, mirum quantum inter se convenientia apparent. Etenim si, quas sua quisque methodo observator invenit, summae inter se comparantur, plane congruentes apparent, ita ut de methodi utilitate dubitandum non videatur. Verum in comparatione summarum diversis methodis partarum tam enormes differentias offendimus, ut quaestio illa de sanguinis quantitate non minus dubia videatur quam fuit antehac, quum ii, qui quantitatem sanguinis in animalibus definire studerent, non mensionibus singulari aliqua arte institutis, sed vagis aestimationibus uterentur.

Ut in multis aliis quaestionibus, sic in nostra quoque, quantum attinet ad ejus gravitatem, praeclarus ille Hallerus rei summam perspectam habebat. Is initio ejus sectionis Elementorum[1]) suorum, qua de sanguine agitur, „In eo nunc humore, inquit, multa sunt, quae physiologus contemplari debet. Primum et simplicissimum videtur, ut quantitatem, ut ajunt, sive unciarum numerum definiamus, quas universus sanguis pendet. Eam enim vitalis humoris copiam et ad definiendum circuituum tempus, et ad terminandam sanguinis portionem, quam sibi singula viscera sumunt, et ad alia necesse est cognoscere. In morborum demum curatione temerarius videtur esse medicus, qui sanguinis non paucas libras detrahat, neque tamen mensuram teneat necessarii humoris.“ Sane sunt multae et gravissimae quaestiones necessitate quadam conjunctae cum cognitione copiae sanguinis, quarum in universum duplex est ratio.

Primum enim mechanicae actionis gratia admodum optabile est scire quantitatem sanguinis, quoniam ejus magnitudo grave exercet momentum in universum eum mechanismum, quo fit circuitus sanguinis. Volkmannus[2]) primus perfecit, id quod Hallerus illo loco denotat, ut tempus circuitus sanguinis auxilio quantitatis ejus ratiocinaretur. Quodsi enim t significat tempus circuitus sanguinis, x universam copiam sanguinis corpore contenti, y quantitatem sanguinis per unam ventriculi systolen expulsam, z intervallum binarum cordis contractionum: habetur $t = \frac{x}{y} z$. Poterit, nisi fallor, haec formula ita adhiberi, ut, quam sint vera aut falsa, quae physiologi de sanguinis quantitate docuerunt, commonstret. Apparet enim formulae ope sanguinis velocitatem ex quantitate derivari posse. Itaque quantitatem recte inventam esse judicabimus, si velocitas ex formula illa derivata congruit cum ea, quae directis experimentis invenitur. — Altera haemodynamices quaestio ex

1) Vol. II. p. 1.
2) Hämodynamik S. 251.

quantitate sanguinis dependens ejusdem pressio est, ut quae sit quantitatis functio. Pressio sanguinis portione ad copiam fluidi per systema vasorum diffusi per injectionem addita augetur, demta minuitur, id quod quum multis superiorum temporum experimentis, tum nuper Brunneri[1]) inquisitionibus apparuit. Quodsi aliquando futurum speramus, ut illius functionis natura subtilius definiatur, tenendum est, necesse esse, universa copia normalis antea cognita sit contenti organismo sanguinis.

Non minus quam haemodynamicae rationis causa, id quod modo vidimus, propter relationes physiologico-chemicas definitio quantitatis sanguinis expetenda est. Physiologi novissimo tempore magno cum studio in explorandam materiarum in organismo animali mutationem se converterunt, neque adhuc sine fructu eam in rem operam suam navarunt. Magnus igitur defectus in eo apparet, quod ad notitiam quantitatum singulorum secretorum usque propius quum accedamus, nihil prorsum habemus certi de quantitate sanguinis originem dantis illis secretis. „Intermediaria materiarum commutatio", quam Bidderus et Schmidtius statuerunt, quanti sit momenti tum demum poterit plane apparere, si copia sanguinis nota erit, quia tum demum per certas quantitatis sanguinis partes exprimere poterimus quantitates eorum fluidorum, quae, sanguinis per vasa circuitum subterfugientia et ex alia in aliam provinciam deviis itineribus migrantia, eo in transitu haud levibus muneribus organismo inserviunt.

Chemica statistica, i. e. ratio eorum, quae corpus sibi assumit et quae dispendit, notitiam quantitatis sanguinis habebit utilissimum ad calculationes suas membrum, quia, quaecunque corpus intrant vel ex corpore egrediuntur, per sanguinem viam habent. Data sufficiente analysi sanguinis, quae sane adhuc inter pia vota habetur, cum quantitate sanguinis data foret summa materiarum quum ad formanda organa aptarum tum actione organorum utilitate privatarum, quae fluidae per vasa circumeunt; notitia ad subtiliter perspiciendam oeconomiam animalem plurimi facienda.

Si igitur physiologiae plurimum interest, veram quantitatem sanguinis definiri, non minus pathologiae eadem res cordi est. Anaemiae et plethorae notiones adhuc in mera theoria, vel certe non in manifestis factis positivis fundatae sunt; omnino nescimus facta stricte probantia, in iis hominibus, quos anaemos pathologi dicunt, quantitatem sanguinis, nimirum pro pondere corporis, deminutam, in plethoricis adauctam esse; et certe haec non prius satis comprobata videri poterunt, quam normalis ratio inter sanguinis copiam et corporis pondus intercedens sit explorata. Porro therapiae notitia quantitatis sanguinis perquam optabilis est. Non poterimus meminisse curationis antiphlogisticae multarumque de ea dissensionum, quin defectum ejus notitiae aegre feramus. Namque omnes illae de venae sectione controversiae, satis numerosae, quibus bibliotheca compleatur, solido et principali fundamento carebant, quod idem vel hodie medico lanceolam arripiente deest in aestimanda magnitudine ejus violentiae, quam detractione sanguinis corpori inferat. Quota parte sanguinis sui organismus venae sectione certam aliquam copiam detrahente privetur, ea quaestio ad ferendum de antiphlogistica curatione judicium principale fundamentum nobis videtur, — non enim medicum pari audacia venae sectionem sesquilibrae suscepturum puto, si copia sanguinis in homine sit duodecim tantum librarum, ac si dupli ponderis sit, — neque tamen ad eam quaestionem adhuc responsio dari poterat.

Videmus igitur utilitatem ex scientia quantitatis sanguinis emanaturam esse tantam, ut sane incitare possit ad navandam illi quaestioni operam. Ea consideratione commotus Hamberger levitatem, quae illam scientiam parum curabat, cum indignatione notat[2]): „Mirandum est sane, rem tam gravem et ad physiologiae aequae ac praxeos phaenomena explicanda maxime necessariam, qualis est quantitas massae sanguineae, vel silentio ab auctoribus plane praetermitti, id quod a Lancisio et Boerhavio

1) Ueber die Spannung des ruhenden Blutes. Zeitschr. f. rationelle Medicin von Henle u. Pfeuffer. N. F. V. 336.
2) Physiologia medica. Jenae 1751. p. 37.

factum videmus, vel quasi res esset nullius momenti, sine ulla adducta ratione et aliud quasi agendo determinari.“

Injuria tamen Hamberger incuriam ejus quaestionis incusat; etenim physiologi dudum in ea solvenda desudavere; qua in re si nihil profecerunt, haec est causa, quod auxilia, quae pro sui temporis scientia quisque in promptu habebant, imparia erant proposito fini. Fatendum est, determinationes copiae sanguinis in animalibus, quae sunt superioribus temporibus editae, omnes fundatas esse arbitrariis aestimationibus et justa ratione carentibus. Neque tamen possumus facere, quin exponamus, quae prioribus temporibus hujus rei inquisitores opinati fuerint.

Omnia determinandi quantitatem sanguinis in animalibus et in homine studia duobus capitibus comprehendam; prior quidem sectio omnia complectetur, quae usque ad annum 1838 facta sunt. Ad eum usque annum certa methodus inquisitionis, ad definiendam sine dispendio universam sanguinis copiam non est adhibita, sed ejus rei scrutatores in eo acquievere studio, ut aestimando quam proxime possent ad verum accederent; qua in re quantum fuerit permissum unius cujusque indagatoris prudentiae et dexteritati nemo non videt. Anno 1838 Valentinus primam seriem inquisitionum ad certam methodum institutarum publicavit, qua incipit altera sectio, ea experimenta complectens, quae ad Valentini methodum vel ad alios institutae sunt. De Valentini methodo, ut quae novam aeram historiae hujus quaestionis aperuerit, singulari capite agemus additis Ed. Weberi Lehmannique inquisitionibus. Tertium caput Welkeri methodum amplectetur; quarto nostras inquisitiones ad Welkeri methodum institutas exponemus. Quinto denique capite de aliquot quaestionibus circa chemicas qualitates haematini versantibus, sumta ex Welkeri methodo occasione, agetur.

CAP. I.

INQUISITIONES DE QUANTITATE SANGUINIS ANTE VALENTINUM INSTITUTAE.

§. 1. Ad aestimandam in animalibus sanguinis copiam superioribus temporibus determinabatur ea quantitas sanguinis, quae adapertis majoribus vasis excipiebatur. Nimirum prudentiores indagatores non poterant non videre, eo modo se aliqua portione defraudari, quod haud exigua copia sanguinis in corpore remaneret, ad quam aestimandam nulla data erat ratio. Haller[1]) magnum numerum habet observationum a priorum temporum inquisitoribus factarum, quas Herbstius[2]) in tabulam redactas repetivit. Inde ego eas observationes, in quibus pondus universi corporis animalium notatum est, hoc loco recensiturus sum emendatis aliquot erroribus, qui in Herbstii tabulam irrepserunt, ad ipsorum autorum fidem.

1) Elementa II. p. 2.

2) Commentatio historico-critica et anatomico-physiologica de sanguinis quantitate. Gottingae 1822.

Animalia	Pondus corporis	Pondus sanguinis	Ratio quantitatis sanguinis ad corporis pondus.	Autores.
Bos	6008 unc.	556 unc.	1 : 10,8	Hales.
Canis venaticus	576 „	48 „	1 : 12	Barthol. de Moor.
Agnus	600 „	28 „	1 : 21,4	Rosa.
Ovis	1416 „	64 „	1 : 22,4	Allen Moulin.
Vervex	1086 „	51 „	1 : 21,2	Rosa.
Asinus	5052 „	192—240 num. med.		
		216 unc.	1 : 23,3	Rosa.
Vitulus	1752 „	79 „	1 : 22,1	Rosa.
Agnus	368 „	20 „	1 : 18,4	Allen Moulin.
Cuniculus	5270 gran.	177 gran.	1 : 29,7	Allen Moulin.

Putaverit aliquis, eos numeros certe relativae copiae sanguinis in diversis animalibus indicem constituere. Ita esset, si ubique certa eadem portio universae sanguinis copiae sectione majorum vasorum eliceretur, vel ut aliter rem exprimamus, si in cujusvis generis animalibus cor actionem suam eadem aliquota portione universae sanguinis copiae emissa inhiberet. Sed ea conjectura, continuo veri parum similis, tabulae jam supponendae numeris refutatur. Necavi enim ego animalium seriem emissione sanguinis, et sanguinis quantitates effusi aeque atque universi determinando has rationes reperi:

Animalia	Pondera corporum	Quantitates sanguinis apertis majoribus vasis excepti expressae ponderum corporum	Quantitates sanguinis universi partibus corporum	Rationes quantitatum sanguinis effluvio accepti et universi.
Cuniculus	669 grm.	$^1/_{36}$	$^1/_{19}$	1 : 1,8
Cuniculus	765,5 „	$^1/_{25}$	$^1/_{16}$	1 : 1,5
Cuniculus	1068 „	$^1/_{34}$	$^1/_{20}$	1 : 1,7
Cuniculus	706 „	$^1/_{33}$	$^1/_{17}$	1 : 1,9
Cuniculus	1040 „	$^1/_{31}$	$^1/_{15}$	1 : 2,0
Canis	2106 „	$^1/_{24}$	$^1/_{14}$	1 : 1,7
Canis	4744 „	$^1/_{39}$	$^1/_{18}$	1 : 2,1
Canis	2388 „	$^1/_{25}$	$^1/_{13}$	1 : 1,9
Canis	5947 „	$^1/_{20}$	$^1/_{12}$	1 : 1,6
Canis	3115 „	$^1/_{21}$	$^1/_{13}$	1 : 1,6
Canis	1207 „	$^1/_{33}$	$^1/_{13}$	1 : 2,5
Canis	6140 „	$^1/_{22}$	$^1/_{12}$	1 : 1,8
Canis	2354 „	$^1/_{26}$	$^1/_{12}$	1 : 2,1 [1])

1) Eduardus Weber refert, hominem 60140 grammatum decollatum sanguinis amisisse 5540 grm. ($= \frac{1'}{10,8}$ ponderis universi corporis); Bischoffius autor est, hominem 63161 grammatum amisisse sanguinis grammata 3761 ($= \frac{1}{16,7}$ ponderis universi corporis).

Ex his numeris apparet, inter universi sanguinis et accepti per effluvium quantitates nullam prorsus esse constantem rationem, ne appropinquari quidem tali numero, ut conclusio ex hac quantitate in illam nulla possit fieri. Ad tantos numeros, quantos Bartholomaeus de Moor in cane et Hales in bove invenere, ego nunquam ascendi.

§. 2. Quo cognosceretur copia sanguinis in homine, in usum vocabantur ex historia medicinae casus eius generis, ubi in morbis copiosae sanguinis amissiones observatae sunt. Quam basin aestimationis jam Haller laudabili cum cautione considerat. Primum subitarum tantum, non diuturnarum lentarumque haemorrhagiarum rationem habendam esse. „Nam in lento malo humores tenuiores, qui subtiliora vascula permeant, in evacuata vasa rubra per vim derivationis succedunt massamque sanguinis augent. Quare unice iis utemur exemplis, in quibus intra breve tempus ea sanguinis copia decessit, quam ad aestimandam universam humoris vitalis copiam adhibemus. Tuto vero poni potest, aliquanto plus etiam his in exemplis sanguinis in corpore hominis fuisse quam quidem amisit, quum debilitata vis cordis, quae mortem praecedit, non possit de minimis vasculis adtractum ad parietes vasorum sanguinem expellere.“

Revera collectio talium casuum pathologicorum ad aestimationem quantitatis sanguinis ne minimam quidem utilitatem habet, et tantum quod curiosa videntur uonnulla exempla copiosarum haemorrhagiarum, quae plurima collegit Haller, hoc loco ponimus. Vidit de Heers per nares 9 libras, de Heyde 18 libras, Linders per haemoptysin 22 libras, Buchner per vulnus venae raninae 24 libras amitti. Qua ratione ejus modi experientiae ad definiendam quantitatem universi sanguinis in corpore exstantis adhibitae fuerint, ejus rei optimum exemplar est haec inepta ratiocinatio Hambergeri[1]). Is enim prompta ex Actis eruditorum Lipsiensium historia juvenis cujusdam viginti quinque annos nati, qui intra decem dies quinque et septuaginta libras sanguinis per nares amisisse perhibetur, ita ratiocinatur: „Veri simile est, quinque libras sanguinis etiam tum in corpore remansisse, octoginta igitur libras in organismo fuisse. De quantitatibus per decem dies amissis binas quotidie libras faciamus datas esse ex nutrimentis; ergo veri simile est, normalem quantitatem in humano corpore esse sexaginta librarum.“ — Utrum magis miranda videtur logica an simplicitas hujus ratiocinationis?

Fundamentis tam dubiis et adeo sine judicio in calculum vocatis conjecturas — nam aliud nihil in hac re faciebant illius aetatis homines — de quantitate sanguinis in homine non potuisse non discrepare facile intelligitur. Ad illam summam, quam Hamberger calculis elicuit, nemo quod ego sciam alius ascendit, praeter unum Keilium, qui ratiocinatione prorsum absurda in hoc fastigium evehitur, ut centum libras sanguinis homini tribuat. Contra minimam quantitatem sanguini concessere Allen Moulin, Lister, Abildgard, scilicet libras octo. Inter libras igitur octo et centum paene unus quisque numerus sibi patronum inter autores invenit. Harvey posuit libras 9, Bartholin 15, duo indagatores 16, tres 20, quinque (inter quos Hales) 25, Magendie inter 24 et 30, Rudolphi inter 28 et 30, quatuor alii (inter quos Bernouilli) 30, Riolanus 40 libras. Quorum numeri tam longe inter se distant, ut similes autorum dessensus in physiologia non facile reperiri possint.

§. 3. Si diligentissimis Herbstii[2]) inquisitionibus peculiarem paragraphum destinamus, quamquam ad methodum definiendae copiae sanguinis nihil novi attulerunt, singularem ejus rei causam habemus. Quippe de Herbstii opere mirificae fabellae inter recentiores recentissimosque scriptores circumferuntur, quarum fontes in illo opere ipso non reperiuntur; quae inventiunculae ne latius propagentur verendum est, nisi tandem aliquando publice coerceantur et reprimantur. Inter eos autores, quos ego perlustravi, primus C. H. Schultzius[3]) refert, „aestimari quantitatem sanguinis ex spatiositate

1) Physiologia medica. Jenae 1751. p. 36.

2) Ernesti Friderici Gustavi Herbstii commentatio historico-critica et anatomico-physiologica de sanguinis quantitate etc. Gottingae 1822.

3) System der Circulation. Stuttg. u. Tüb. 1836. S. 106.

systematis vasorum, quae ex quantitate materiae injectae cognoscatur", et (p. 107) „autore Herbstio in vasa hominis posse injici viginti sex libras cerae vel similis materiae."

Nasse[1]), methodos definiendi quatitatem sanguinis enumerans, de Herbstio haec narrat: „Herbstio in mentem venit metiri quantitatem materiae injectitiae, quae consumatur ad explendas arterias venasque; in quo neglexit tum non omnia vasa injectione penitus expleri posse, tum abnormem extensionem vasorum, praecipue venarum effici, extravasata ut omittantur." Et in proxima pagina: „Herbstius absolutum pondus sanguinis in homine aestimavit viginti sex libris (is vasa injectionibus explebat)."

Veitius[2]) „Herbstius, inquit, arteriis et venis cadaverum cera impletis decem vel duodecim libras invenit."

Lehmannus[3]): „Herbstius ex quantitate materiae ad explendas arterias venasque consumtae quantitatem sanguinis vasis contenti assequi conatus est. Qui injectiones vel ipsi fecerint, vel certe in cadavera, in quibus factae fuerint, accurate inquisierint, ii mecum persuasum habebunt, sic vel meram aestimationem admodum incertam fieri."

Welker[4]): „Wrisbergius et Herbstius quantitatem sanguinis viginti quantuor vel sex libris aestimarunt."

Ludwigius[5]) de imperfectis metiendi quantitatem sanguinis methodis disserens haec memorat: „Eo referenda pensio materiae rigescentis, quae injecta est in systema vasorum; apparet, ita nil praeberi nisi indicium de spatiositate vasorum sub certa aliqua distentione parietum."

Dondersius[6]): „Herbstius quantitatem sanguinis metiri voluit ex quantitate materiae injectitiae, quam in universum systema vasorum injicere posset. At difficillime cuncta vasa implebuntur; ac tum nequit effici, ut ea ipsa, quam in vita habuerint, sit extensio. Eam ob causam hac via ad subtilem notitiam non perventum est. Aestimat ille quantitatem sanguinis decem vel quatuordecim libris." Et in proxima pagina: „Herbstius negat ad explendum totum systema vasorum viginti libras materiae injectitiae consumi."

Itaque si omnia ab auctoribus relata comprehendimus, eorum summa haec est, quod agitur de methodo quadam definiendi copiam sanguinis, quae versetur in eo, quod systema vasorum cera impleatur; cerae in eum usum consumtae pondus exquiratur, et inde volumen sanguinis determinetur. Plerique illorum autorum Herbstium inventorem ejus methodi esse perhibent. Qua in re jam id offendere debebat, quod inter singulos autores tanta est discrepantia, ubi specialia recensentur. Schultzius enim Herbstium facit viginti sex libras cerae, Dondersius minus viginti ad explendum humanum vasorum systema consumsisse. Nasse et Welker Herbstium secundum injectiones suas quantitatem sanguinis in homine determinasse viginti sex libris tradunt, Veitius decem vel duodecim libris, Dondersius decem vel quatuordecim libris. Qua contradictionum multitudine commotus quum ipsum Herbstii librum evolvissem, satis mirum visum est, quod paene nihil eorum, quae illi autores memorant, in hoc reperiebatur. Unum id verum est, quod Dondersius dicit, quantitatem humani sanguinis ab Herbstio inter decem et quatuordecim libras positam esse; reliqua omnia hallucinati sunt autores. Namque primum Herbstius nunquam injectionibus usus est ad methodicam definitionem quantitatis sanguinis; quas fecit multas sanguinis mensiones, ita potius institutae sunt, ut animalia sectione majorum vasorum necaret, et sanguinem omnem, tum effusum, tum serius aperto cadavere residuum in

1) s. Art. Blut in Wagner's Handwörterb. Bd. I. S. 84 f.
2) Observationum de sanguinis quantitate nuperrime institutarum recensio. Diss. inaug. Halis 1848.
3) Physiologische Chemie. II. 258.
4) Prager Vierteljahresschrift. 1854. Bd. IV. S. 74.
5) Lehrbuch der Physiologie. II. 28.
6) Physiologie (übers. von Theile). II. S. 159.

corde majoribusque vasis colligeret. De injectionibus obiter tantum duobus locis libri sui mentionem facit. Primum p. 55, quum Halleri aestimationem quantitatis humani sanguinis (30 librarum) recenset oppugnatque: „Praeterea quantitas sanguinis triginta librarum tanta est, quantae capiendae vasa sanguifera nullo modo apta videntur. In theatro anatomico nostro saepius vidi, eam, qua arteriae et venae cadaverum repleantur, massam nullo modo tantam esse, quanta opus esset, si in statu sano triginta libras sanguinis vasa continerent. Verum quidem est, minima vasa cera haud impleri; sed tamen omnia majora una cum corde tam implentur et extenduntur, quam in homine vivo nullo modo amplificata cogitari possunt." Et p. 58: „Quod attinet ad vasorum amplitudinem, monendum est, vasa non tanti voluminis esse, quanti vulgo habentur, quod jam ex injectionibus anatomicis apparet." — Ii sunt soli loci commentationis Herbstii, quibus de injectione mentio sit facta. Apparet Herbstium obiter tantum injectionis, qua vasa replentur, meminisse, ut ex ea, ratione mere negativa, Halleri numerum nimium esse colligeret; porro, de imperfecta vasorum capillarium impletione et de immodica majorum vasorum extensione eundem graviter admonere — qui uterque locus methodo falso illi tributae a scriptoribus vitio habetur. Quum methodum replendi vasa non exercuerit, indicasse non potest Herbstius, quot librae materiae injectitiae consumerentur ad explendum humanum cadaver; cujus generis asserta nihilo minus Schultzius et Dondersius ei supponunt. Quantitatem sanguinis in homine Herbstius ex serie conclusionum statuit inter decem et quatuordecim libras, at minime, ut Nassio et Welkero tradere libuit, in libras sex et viginti.

Quum tanta discrepantia sit inter ea, quae in ipsa Herbstii commentatione leguntur, et ea quae autores illi referunt, tantaque confidentia vel in certorum traditione numerorum, qui in illa commentatione non reperientur, suspicandum fuit, ab Herbstio fortasse de materia nostra alterum opus publicatum esse, licet laudatum nusquam invenirem alterum. Quo dubitandi ea de re mihi finis esset, Herbstium ipsum epistola adii rogans, de eo praecipue certiorem facere vellet, alione loco vel publice vel fortasse aliquibus physiologis privatim tradidisset, unde supra memoratae illae autorum relationes ortum traxisse possent. Is benigne mihi respondit, ex qua epistola communicandi venia mihi detur locum hunc:

— — „Viele Autoren haben der betreffenden Stelle in meiner Schrift [1]) ein unverdientes Gewicht beigelegt. Meine frühere Ansicht ist gewesen, dass die zur Ausspritzung von Leichen gewöhnlich erforderliche Wachs- oder andere festwerdende Injectionsmasse dem Volumen nach nicht einem Quantum von 24—30 Pfund entspreche, und dass Injectionen je nach der angewandten Druckkraft, Wärme des Cadavers, Wärme und Fluidität der Einspritzungsmasse, der nach dem Tode verflossenen Zeit und selbst nach der Todesweise ein gar verschiedenes Resultat liefern. Eine Menge später von mir mit grösserer Genauigkeit wiederholter Versuche hat die Richtigkeit dieser Meinung bestätigt. Alle Injectionen nach dem Tode haben das Störende, dass, wenn die Capillaren angefüllt werden sollen, die grossen Blutgefässe zu stark ausgedehnt werden, und die Wandelbarkeit des Umfanges der Circulationscanäle geht an den Versuchen mit Wassereinspritzungen an lebenden Thieren genügend hervor. Stets habe ich mich nur in ähnlicher Weise geäussert, und auf das Verdienst eines Versuches, aus der Injectionsmenge die Blutmenge des gesunden lebenden Menschen nach Zahlen und Pfunden ermittelt zu haben, kann ich keinen Anspruch machen."

Hac epistola igitur terminus figitur historiae methodi Herbstianae metiendi sanguinem per injectionem; quam physiologi non vituperassent, si Herbstii diligentem commentationem ipsi legere non praetermisissent. Quis primus illum Herbstii errorem quasi invenerit, vix dici potest.

---

1) Locum supra a me allatum significat.

Ceterum series experimentorum Herbstii, ut jam dictum, ad methodum exsanguinationis institutorum constat ex undeviginti periculis in mammalibus, novem in avibus, tribus in ranis factis. Inter mammalia minimam sanguinis copiam habebat cuniculus (1 : 24), maximam bos (1 : 12). In adultis canibus inventae sunt proportiones 1 : 12 et 1 : 13, in catulo 1 : 20. Quantitatem sanguinis in homine Herbstius aestimat pendere inter decem et quatuordecim libras variante.

CAP. II.

VALENTINI ET VEITII EXPERIMENTA. WEBERI LEHMANNIQUE DEFINITIONES QUANTITATIS SANGUINIS.

§. 1. Adhuc omnia studia pergnoscendi quantitatem sanguinis animalium atque hominis vagis aestimationibus nitebantur; quam ob causam non est mirum, quod experientiae parum inter se convenientes et admodum dubiae inde proficiscebantur. Inde ab anno 1838 ad solvendum problema nostrum methodi experimentales in usum vocabantur. Quum experimentorum fides protinus major sit, quam taxationum, credas jam certius ad quaestionem illam responsum proventurum fuisse. Sed continuo videbimus, quantum diversorum experimentorum responsa discrepuerint.

Valentini methodus metiendi sanguinem prioribus omnibus praestat, quia fundamentum habet admodum ingeniose excogitatum, primoque adspectui plane certa apparet. Eoque major fides ei habebatur, quod ea, ad quae Valentinus eam persequens perveniebat, haud exspectato in ejus generis inquisitionibus modo inter se congruebant. Physiologi elegantia methodi Valentinianae delectabantur, constantiam numerorum, ad quos perducebat, admirabantur; quo factum est, ut annis quadragenariis Valentini dicta ab omnibus certissima haberentur atque in multorum de hac doctrina opera transirent, idque eo potius, quod critice experimentalis, quam Veitius[1]) de methodo Valentiniana in laboratorio Volkmanni instituit, eam in universum approbavit. Quae in Valentini opere protinus reprehendenda erant, Veitius maximam partem acriter notavit; sed exstant in hujus opere, quod ceterum minus quam pro gravitate causae innotuit, manifestae contradictiones, quarum Dondersius in eo capite libri sui, quo de hac re agitur, justam rationem habet. Hic illius methodum rejicit, quum Ludwigius nondum ferat judicium satis certum et planum, et Funke, quae ea methodo reperiuntur, certe appropinquare ad veritatem non negare videatur. Quae quum ita sint, sententiis huc illuc inclinantibus et incertis, venia dabitur, ut attentionem in aliquos locos principales operum Valentini et Veitii etiam convertamus.

Valentinus fundamentum ratiocinationis suae facit quantitatem solidarum partium sanguine contentarum. Etenim animali, in quo fit experimentum, detrahitur quantitas sanguinis (a), et proportio partium solidarum in ea exstantium centesimis (α) determinatur. Remanet in systemate vasorum quantitas sanguinis (x), qua continebitur solidarum partium quantitas $\frac{x\alpha}{100}$, si compositio sanguinis resorptione vel secretione non mutatur. Tum pensa quantitas aquae destillatae (b) in venam jugularem injicitur; quae fluidi in systemate vasorum exstantis copiam auget, sanguinique immixta proportionem solidarum partium in eo minuit. Altera sanguinis quantitas detrahitur, proportio solidarum partium exquiritur (β). Universa quantitas solidarum partium in systemate vasorum exstantium exprimi poterit hac formula $\frac{(a+b)\,\beta}{100}$. Ea autem quantitas, ut supponitur, per tempus experimenti immutata permansit; ergo habemus

1) Observationum de sanguinis quantitate nuperrime institutarum recensio. Halis 1848.

$$\frac{x\,\alpha}{100} = \frac{(x+b)\,\beta}{100}, \quad \text{et hinc} \quad x = \frac{b\,\beta}{\alpha - \beta}.$$

Exinde universa quantitas sanguinis $= \frac{b\,\beta}{\alpha - \beta} + a$.

Licet ab omnibus concessum fuerit, ingeniosissimam esse hujus experimenti rationem, tamen utrum methodus illa in usum vocari possit, dubium videtur. Jam videamus, qui errores in statuendis singulis membris illius aequationis obtrudi possint.

Determinatio solidarum partium sanguinis ad centesimas cum justa providentia haud dubie satis subtiliter effici potest; neque est cur moneatur, id quod Valentinus primo instituit (Repertor. p. 284), ut, „sanguinis per ordinariam temperiem evaporatione acceptum siccum residuum quinque vel sex continuis diebus aliquoties quotidie penderet, et ex omnibus numeris ita repertis minimum pro vero pondere eligeret", prorsus rejiciendum esse, quoniam Valentinus ipse (Canstatt's Jahresber. f. 1844. S. 172) id institutum respuisse videtur; quamquam ne postea quidem solidi residui determinationem sine vitio confecit. Namque l. l. ait se sicca residua pendere „calida", quod ne faciant, in laboratoriis chemicis tirones monentur.

Vitia hujus methodi omnino sita sunt in determinatione factoris β, quo proportio solidarum partium in sanguine injecta aqua diluto contentarum ad centesimas exprimi debet. Quae determinatio ut recte fiat, opus est

1) sanguinem cum injecta aqua aequaliter commisceri;
2) quantitatem injectae aquae per tempus experimenti revera intra systema vasorum manere, nec partem ejus ex hoc secerni;
3) sanguinem non ex fluido parenchymatis solutas materias resorptione recipere.

Si prima conditio deficiat, determinationem numeri β protinus falsam fieri liquet. Equidem cum Dondersio statuerim, hujus rationibus assentiens, aequalem sanguinis et aquae mixturam admodum celeriter, certe paucorum minutorum spatio, effici, eamque ob causam ex hac parte graviora vitia non metuenda esse putaverim. Aqua ex sanguine egressa et materiis solutis in eundem ingressis numerus β in eandem partem turbatur, ita ut justo major fiat. Quumque in formula $x = \frac{b\,\beta}{\alpha - \beta}$ numerus β numeratorem multiplicet, de nominatore subtrahatur, quantitas x eo calculo major evadet. Jam igitur quaeritur, num eae diffusiones, quas vere succedere ex physices legibus certum est, tantae sint, ut ratiocinationum ad Valentini methodum factarum usum tollant.

Quanam observatione cognosci potest, num post injectionem aquae ex systemate vasorum secretio fiat tanta, ut eam negligere non liceat? Ea observatio et directa et indirecta esse potest. Primum enim quidem inquisitores secretiones injectae aquae factas in cava serosa, in intestinum viderunt; sic Valentinus ipse in fele et in equo (Canstatt's Jahresber. f. 1844. S. 171 f.), in ovibus. Dondersius (l. l. I. 161) refert, se in laxa tela cellulosa copiosum incrementum fluidi parenchymatis animadvertisse. Si pressu pressui sanguinis fere aequali ex aorta per corpus aqua propellitur, id quod ego expertus sum, in cuniculis cavum peritonaei et intestinum admodum celeriter implentur, extremitates oedematosae fiunt. In canibus non facile effusio in cavum abdominis, sed in his quoque celeriter anasarca obveniebat. Majorem in canibus resistentiam vasorum Valentinus quoque in suis experimentis cognovit. Renibus celerem fieri aquae secretionem opineris. Attamen Kierulfius prima semihora urinae secretionem adaugeri negat, quum Veitius contrarium referat, se inter id experimentum canes saepe vidisse mejentes. Nimirum secretio tanto citior et coposior succedet, quanto majores copiae aquae injectae fuerint, et Veitius jure notat, quod Valentinus quantitates sextam partem quantitatis sanguinis postea inventae aequantes injecerit. Verum etiam nulla extravasatione et secretione statim sub oculos cadente facile potest fieri, fluido parenchymatis toto corpore exigua portione aucto, ut aquae tanta quantitas

ex vasis evacuetur, quae summam rei non leviter immutet. Veitius calculo facto de iis vitiis, quae in primis quatuor experimentis Valentini oboriantur, si quarta tantum pars injectae aquae rursum secernatur, reperit quantitatem sanguinis illo calculo indicari justa majorem, et quidem medio numero ex proportione $\frac{1}{4,50} : \frac{1}{5,96}$ ponderis corporis. — Indirecta observatio secretionis aquae fit, si sanguis per temporis intervalla detrahitur, singularumque portionum solidae partes ad centesimas determinantur. Quarum si reperitur non exiguum incrementum, secretionem copiosiorem factam esse judicabimus. Sic in Veitii tertio experimento proportio solidarum partium ex 17,175 centesimis, quem numerum prima portio sanguinis, sesquiminuto post injectionem excepta exhibuerat, decimo quarto minuto increvit in 17,690 centesimas. In cane 12700 grammatum sanguinis 13026 grammata calculo indicantur! Uti hoc in casu de facta secretione aquae dubitari non potest, ita neque in experimentis secundo et tertio (p. 33), quorum ratiocinationes in altero $\frac{1}{2,87}$ ponderis corporis, in altero 10402 grammata in cane 6200 grammatum exhibent! Attamen Veitius nunquam copiosiores exsudationes se vidisse dicit.

Quodsi portiones aquae omnem rationem tam paradoxam reddentes in parenchyma penitus latenter secerni possunt, quanto potius idem fiet portionibus exignis, quae vitia calculi trahant illis quidem enormibus haud aequabilia, sed respectu verorum numerorum satis grandia. Ex ea consideratione mihi liquet, Valentini et Veitii assertis, se notabiles aquae secretiones non animadvertisse in iis experimentis, quae fide digna ipsis videntur, haud multum tribuendum esse, quoniam eae secretiones vel ibi latuerunt, ubi tantae fuerunt, ut per ratiocinationem pondus sanguinis universo corpore majus mentirentur.

De solidarum materiarum ex parenchymate resorptione Veitio nil in mentem venit; eandem Valentinus tantilli aestimat, ut negligi posse ei videatur. Sed et imminutio pressus sanguinis ex venae sectione et dilutio sanguinis ex aquae injectione necessario efficiunt, ut fluidum parenchymatis systemate vasorum recipiatur; atque Dondersius non temere suspicari mihi videtur, tum illam resorptionem solidorum, tum secretionem aquae in Veitii experimentis causas esse fluctuationum, quae apparent in proportionibus solidarum materiarum, quas continuere portiones sanguinis post aquae injectiones per certa intervalla exceptae. Veitius ipse eas fluctuationes ex imperfecta sanguinis et aquae mixtura derivat, judicio plane arbitrario, quod quidem potest verum esse, sed cui altera, quam Dondersius protulit, sententia ut veri pariter similis opponi potest, ita ut neutri certo assentiri possis.

De quibus adhuc sermo factus est, cuncta mihi denique persuadent, Veitii critice experimentali, ut cautissime loquar, methodo Valentinianae haud multum fidei additum esse; quod judicium tanto potius licebit effari, quod inter experimenta sua tribus tantum Veitius ipse fidem habet, quum sex alia quantitates sanguinis exhibeant ab $\frac{1}{2,6}$ usque ad $\frac{1}{17,77}$ ponderis corporis diversas, quarum differentiarum sufficiens et manifesta causa ex singulis locis observationum Veitii colligi nequit. Quid quod Veitius in experimento IV. ex magna variatione solidorum residuorum ex diversis sanguinis portionibus (fluctuant enim inter 20,68 et 18,58 centesimas) suspicatur aquam non bene commixtam fuisse cum sanguine, et tamen ejus experimenti ducta ratione pondus sanguinis aequatur $\frac{1}{4,31}$ ponderis corporis, numero pauxillum differente ab eo, qui datur experimento VII $\left(\frac{1}{4,34}\right)$, quod est inter pauca illa, quae fida Veitio videntur? Manifesto vitiosi igitur experimenti proventus fuerit vera ratio? Scilicet probabile est admodum, omnino magnam fidem non habendam esse harum rationum veritati.

§. 5. Quae Valentinus a se reperta tradidit, pro longum tempus recepta sunt in opera physiologorum, et placitum ejus, quantitatem sanguinis propemodum quintam partem ponderis corporis

aequare, fere ab omnibus creditum est. Ed. Weber et Lehmannus[1]) primi fuere, qui eam fidem concuterent. Hi in duobus hominibus ad supplicium datis pensione ante decollationem et post facta pondus effusi sanguinis, et ex demta portione quantitatem solidarum materiarum determinaverunt. Tum per arterias et capitum et truncorum aqua injecta est, donec liquor e venis effluens colore admodum diluto appareret. Ex quantitate ejus lotionis cum proportione solidarum materiarum comparata, quantum sanguinis contineret, reperiri potuit. Summa hujus quantitatis et illius, quae pensionibus definita erat, universum sanguinem constituit; cujus pondus ad totum corpus se habuit proportione 1 : 8. Hanc determinationem Lehmannus ipse appropinquare dumtaxat ad verum censet et minimam quantitatem sanguinis humano corpore contenti indicare. Namque ex una parte quidem aqua per corpus acta copiam quandam solidarum partium recipi, earum proportionem in lotione augeri et sanguinis ea contenti quantitatem per ratiocinationem vera majorem reperiri; sed ex altera parte minoribus vasculis quandam portionem sanguinis retineri, idque detrimentum majus habendum esse illo additamento. Nimirum non est certo dijudicare, utrum majus sit compendium an dispendium; sed utique suspicari possumus, ex diffusione fluidi parenchymatis in aquam per vasa fluentem copiam sanguinis aliquantulo majorem repertam esse. Utcunque haec res se habet, certe differentia inter Valentini sententiam, quae sanguini in viro $\frac{1}{4,36}$ ponderis tribuit, et Weberi Lehmanniique rationem, qua indicatur $\frac{1}{8}$ ponderis corporis, tam enormis est, ut in alterutra metiendi methodo graves errores latere existimandum sit.

CAP. III.

DE WELKERI METHODO[2]).

§. 6. Ex iis, quae hucusque ex inquisitionibus de quantitate sanguinis provenere, nihil omnino colligi posse videmus. Summae enim horum experimentorum apud Valentinum et Weberum Lehmannumque tantum distant, ut in medium terminale, quod pro rato habere quis velit, conjungi haud possint. Vitia certe alterius methodi satis aperta sunt, ita ut repetitio experimentorum secundum unum alterumve modum spem certae dijudicationis aegre possit facere. Quae quum ita sint, gratia habenda esse videtur H. Welkero, qui de quaestione nostra merebatur fundatione novae methodi, cujus naturam primum accuratius considerabimus, quo facto eas, ad quas nos illam secuti pervenimus experientias, proponemus. Methodum colorem metientem Welkerianam non longius adibimus, quam quatenus nostram quaestionem, immediatam determinationem quantitatum sanguinis, prosequitur; reliquos fines, ad quos Welker ope colorimetriae tendit, et de quibus in commentationibus suis, sane cum perspicuitatis dispendio, una cum determinatione sanguinis agit (numerationem corpusculorum sanguinis dicimus) nihil curabimus.

Si in sanguine aliquod corpus chemico charactere bene distinctum atque soli sanguini peculiare continetur, deinde si ejus corporis in sanguine proportio et in toto organismo universa quantitas explorata est, manifestum est, ex his ratiocinando ad quantitatem sanguinis in organismo perveniri. Vierordtius, numerationis corpusculorum sanguinis autor, haec corpuscula ipsa in eum usum adhiberi voluit. Proportionalem quantitatem eorum in sanguine cum numero comparatam reperto in aqua, qua

1) Physiologische Chemie. II. 259.

2) Archiv des Vereins für gemeinschaftliche Arbeiten zur Förderung der wissenschaftlichen Heilkunde von Vogel, Nasse und Benecke. Bd. I. Heft 2. S. 195. — Prager Vierteljahresschr. 1854. Bd. IV. S. 11.

comminutum corpus ad omnis sanguinis evacuationem elutum foret, factores ejus ratiocinationis constituit. Sed nescio an protinus existimari possit, Vierordtii spem, fieri posse ut corpuscula sanguinis colligantur sine dispendio, sine destructione aliquantae partis, sine admixtione alienarum materiarum, qua certa numeratio turbetur, temerariam fuisse. Ipse quidem nondum conatus est theoriam a se propositam in praxin introducere. — Porro ferrum considerationi subjectum est, ut denotatum in usum converteretur. Attamen et insuperabiles sunt difficultates in determinanda ferri quantitate toto corpore animali contenta, praesertim si de mammalibus aliis quam pusillis agatur; et opinionem, sanguinem unicam esse telam ferri participem jam scimus falsam esse. Ad summum possit perveniri ad terminum quam maximae quantitatis sanguinis, si universum ferrum in corpore exstans sanguini adscribatur. Haec quoque methodus adhuc theoretica propositio mansit.

H. Welkero haematinum id corpus esse visum est, quod postulatum illud officium praestare posset. Welkeri methodus, fundata in tinctoria haematini natura, hac continetur summa. Quantitas haematini contenta cubico centimetro vel alia qualibet nota quantitate sanguinis (v) ex aliquo vase sanguifero hausti dicatur h; quantitatis haematini totius corporis determinetur (H). Inde quantitas sanguinis toto corpore contenti hac simplici proportione reperietur:

$$h : H = v : x.$$

Primum ex ea quaestione, num admitti possit haec proportio, tum ex ea, num tria priora ejus membra sine gravioribus vitiis possint determinari, firmitas methodi Welkerianae dependet. Primum de altera quaestione agemus, qua absoluta priorem examinabimus.

§. 7. Membrum v acutissime terminare, i. e. certam quantitatem sanguinis subtilissime demetiri posse inquisitorem nemo infitiabitur. Welker aptissimum tubulorum (Pipetten) genus proposuit, quos ope hydrargyri chemicorum sensu puri exactaeque bilancis quivis parare potest. Mensura quam capiunt varia est; sunt enim millimetrorum cubicorum centum, ducentorum, plurium usque ad unum et duo centimetra cubica. Vitia, quae in demetiendo oboriri possunt, usu aliquatenus cauto pro quantitatibus demensis admodum levia sunt.

Quid autem est de terminatione membri h, i. e. de definienda quantitate haematini in certa mensura sanguinis? Notum est, chemiam non habere methodum determinandae quantitatis haematini, certe non habere methodum tam subtilem, quam nostri usus necessario postulant. Welkeri methodus nihil curat quaestionem, possitne haematini quantitas revera determinari; id negligere ei liberum est, si quantitatem haematini non more chemicorum numeris pondera indicantibus exprimit, sed ponderis loco aliam fidam metiendi normam suppeditat; licet rationis, quae inter eam normam et numeros ponderum alioquin usitatos tractabilioresque nobis intercedat, exprimendae curam posteriori tempori committat. Welker novam mensuram sibi invenit in gradibus tincturae, qua haematinum nota aliqua sanguinis mensura (commoditatis gratia semper significabitur cubicum centimetrum) contentum inficiat certum volumen aquae, luce strata ejus certam crassitudinem habentia permeante. Solvit igitur Welker e. g. unum c. cm. sanguinis in quingentis c. cm. aquae, eamque solutionem lagenae infundit de vitro albo, certaque diametro. Porro quantitatem aliquam sanguinis habet, cujus haematinum vult definire. Eum sanguinem aqua diluit, donec dilutus liquor in lagena, quae par est alteri liquorem normalem continenti subtiliter eadem tinctura appareat, qua liquor normalis[1]). Tum numerus cubicorum centimetrorum diluti sanguinis examinandi divisus numero 500 indicat, quoties ea quantitas haematini, quae inest in uno c. cm. sanguinis in liquorem normalem diluti, examinando sanguine contineatur. Id primum Welker continuo colligit. Deinde autem idem quotiens Welkero videtur indicare numerum

1) Saepe et inverso ordine Welker id instituit. Si solutionem sanguinis incognitam et ejusdem sanguinis non mixti portionem habet, hujus quantitatem mensura determinatam diluit, donec colorem soluti sanguinis aequet. Nimirum hac an illa via procedatur nihil refert.

cubicorum cm. sanguinis ipsius in quem inquiratur; quae est altera collectio ab illa sane diversa. De utraque infra copiosius agetur, quum accuratius excutiemus, num admitti possit proportio supra posita.

§. 8. Primum hac in re quaerendum est, quatenus procedat oculorum fides in dignoscendis tincturis duarum mixturarum sanguinis et aquae, si proportiones soluti haematini non multum inter se differunt; aut quae sit minima differentia proportionum haematini in duabus sanguinis dilutionibus, quam oculorum acie percipere possimus. Sic in universum propositae nimirum quaestioni nulla habetur responsio, quae magnam partem dependeat ex gradu dilutionis et ex crassitudine, quam strata dilutorum liquorum habent. Welker[1]) de ea quaestione certiora exposuit. Ex fluido, quod tinctum est extracto placentae sanguinis, scalam construit sedecim graduum in lagenis quingena cubica cm. capientibus, quarum diametrus duos pollices cum dodrante habet; ejusque scalae singulos gradus dilutionibus sui sanguinis, quinquies millena millia corpusculorum cubico millimetro continentis, emensus est. Infimus gradus hujus scalae, in quo sanguinis proportio in diluto liquore est 1 : 5720, respondet sanguinis cubicis mm. 87, 4; summus gradus, in quo sanguinis proportio est 1 : 1430, respondet sanguinis cubicis mm. 349,6. Singuli gradus 17,4 cubicis mm. ascendunt. Aestimatione, si tincturae species intermedia sit inter duos gradus, tuto determinari posse Welker ait, utri sit propior; quadrantes etiam intervallorum scalae dignosci, ergo discrimina 4,3 cubicorum mm. subtiliter definiri posse. In summis igitur dilutionibus non possit errari 4,89 centesimis, infimis autem in dilutionibus error non ascendat ad 1,2 centesimas. Jam subtilis distinctio via magis directa facilior etiam reddita est eo, quod Welker scalam quinquies angustiorem composuit, cujus gradus ex justo ordine disponere ne parum exercitatis quidem difficile erat. Multum profecto eae relationes pollicentur.

Bishoffius[2]), qui secundum Welkeri methodum operatus est, respectu subtilitatis distinctionum specialia experimenta non instituit. Qui quum sanguinem ea aqua, qua primum elutum erat humanum cadaver, contentum pluribus experimentis determinaret, minimam portionem reperit 698 grammata, maximam 960 grm.; ratio igitur minimi ad maximum fuit 100: 137,5; enormis sane differentia 37,5 centesimarum. Quodsi de illius numeris infimum, qui mirum quantum a medio (844,5) differt, missum facimus et proximum huic assumimus, proportionem accipimus 810 : 960 = 100 : 118,5. Denique, si si maximum numerum etiam rejicimus, ejusque loco subsequentem ponimus, provenire videmus 810 : 880 = 100 : 108,6, i. e. vitium 8,6 centesimarum. Existimari sane potest, hos numeros non dare modum summae subtilitatis, qua methodus Welkeriana uti possit.

Ut judicium de facilitate tam subtilium distinctionum, quales Welker laudat, mihi conformarem, hoc experimentum institui. Quatuor lagenas de albo vitro, diametrum 7,5 centimetrorum habentes, quingenis cubicis cm. aquae destillatae implevi. Lagenae I. 200 cubica mm. sanguinis cuniculi addita sunt, lagenae II. 210, lagenae III. 220, lagenae IV. 230 cubb. mm. Quinque medici rogatu meo susceperunt operam eas lagenas ad liquorum tincturas disponendi. Provisum erat, ut clara lux aequaliter omnibus quatuor lagenis incideret. Post diligentem inspectionem illi eas lagenas disposuerunt his ordinibus:

A. IV. II. III. I.
B. IV. III. I. II.
S. IV. I. III. II.
W. III. IV. I. II.
T. III. et IV. colore profundiore esse quam I. et II. declaravit, sed neutrum par inter se distingui posse.

---

1) Prager Vierteljahresschr. 1854. Bd. IV., S. 40. — Welkeri numeros corpusculorum sanguinis ego cum quantitatibus ipsis sanguinis commutavi.

2) Siebold u. Koelliker's Zeitschr. Bd. VII. 1855. S. 331.

En quinque oculorum paria, quinque differentia judicia. Non igitur mihi non exercitati aestimatores idem praestiterunt, quod Welker vidit sibi praestantes. Etiam ego vix poteram facere ut lagenas I. et II. dignoscerem.

Errorum, qui obveniunt in tincturarum distinctione, magnitudo optime cognoscitur ex summis, quae inveniuntur, si eadem sanguinis quantitas repetitis examinibus determinatur. Ejus modi determinationes permultas feci, et ratiocinatione proportionem minimi ad maximum earum determinationum constitui. Ejus generis tabulam infra alio consilio proponam; hoc loco solum notetur, in medio eam proportionem esse in una experimentorum serie 100 : 104, in altera serie, quum jam magis exercitatus essem, 100 : 102, 5, ut ex ambobus vitiis, 4 et 2,5 centesimarum, medium prodeat 3,25 centesimarum. Non multo diversa media proportio minimorum ad maxima invenitur apud Welkerum. Ex comparatione novem casuum (qui sunt descripti in Prager Vierteljahresschr.) prodit proportio 1 : 104. Nimirum eae rationes non solum opticae distinctionis, sed etiam mensionis vitiis laborant; sed enim utraque ad methodum pari vi utuntur.

Distinctiones non in omnibus dilutionis gradibus pariter certae sunt. Mihi adhibenti lagenas illas albas vitreas diametro 7,5 centimetrorum commodissimum videbatur operari liquoribus, in quibus sanguinis proportio versaretur inter 1 : 500 et 1 : 1000. Bischoffius[1]) ait, comparationem aliquanto difficiliorem fieri, si dilutiones centuplicem proportionem excedant. At quum praetermiserit memorare, quae fuerit crassitudo stratis liquorum quos exploravit, nihil ex his colligi potest.

§. 9. Ad definiendum membrum H proportionis supra positae necesse est, ex corpore animali, cujus sanguis metiendus est, omne haematinum extractum esse, et quidem statu ejus non mutato, ita ut ad comparationem cum sanguinis normali solutione (Normallösung) instituendam utile maneat. Welker pariter ac Bischoffius dicunt, dispendiorum sanguinis, si caute et accurate ejus collectio instituatur, non esse habendam rationem, quorum cum sententia meae experientiae conveniunt.

Quamquam de meis experimentis proximo demum capite disserendum erit, jam hoc loco, annexione commoda oblata, praefero memorare, qui sanguinem ex animalibus collegerim. Ita semper operatus sum, ut primo exiguam tantum portionem sanguinis, tria vel quatuor cubica cm., ex vena jugulari et continuo tantundem ex carotide — de causis inferius referendis semper ex utroque vase — detraherem, tum animal per carotidem exsanguinari sinerem, quantitatem ita acceptam ponderatione determinarem, ac deinde ad elutionem accederem. Duplici subligatione sectae carotidis facta thorax aperiebatur, tubulo quam citissime, saepe prius quam cor palpitare desierat, in aortam ascendentem inserto epistomium affigebatur, cujus altera extremitas conjuncta erat cum utre de gummi elastico sulfurato. Is uter in siphonem vitreum transibat, cujus crus brevius in vas aqua repletum quinque vel sex pedibus supra mensam positum patebat. Assucta aqua clausoque epistomio ante tubuli insertionem, jam aperto epistomio aqua sub eo pressu, quem quaeque elevatio lacus supra mensam efficiebat, in aortam immitti poterat. In majoribus animalibus dimidia corporis superius et inferius separatim eluere praeferebam. Refert, ut elutio quam brevissime post mortem fiat, ut coagulorum in vasibus formationi praeveniatur. Plerumque in sanguine venis effluente aqua jam mixto vidi coagula admodum voluminosa, laxa oriri. Flumen aquae per corpus mittebatur, quam diu e magnis venis antea adapertis effluens liquor colore tinctus apparebat. Quantitas effluens minuitur, prouti augescit artificale oedema brevi omnibus in regionibus corporis exortum. Sic per elutionem longe maxima pars colligitur ejus sanguinis, qui in corpore exsanguinatione jam perquam anaemo remanet. Non tamen equidem cum Welkero[2]) censuerim, fieri posse, si omnia faveant, ut elutio per injectam aquam sufficiat. Quaedam organa sane per elutionem prorsus exsanguia fiunt; intestinum plerumque penitus decoloratum

1) l. l. p. 332.
2) l. l. p. 73.

apparet, in hepate vix vestigia sanguinis deprehenduntur. Sed splen et renes partem tantum sanguinis sui edunt, neque extremitates penitus exhauriuntur. Plurimum sanguinis ossibus retinetur. Plerumque post exsanguinationem spontaneo effluvio et injecto aquae flumine factam portio sanguinis inter undecimam et octavam partem universi sanguinis residua est. Hae reliquiae ut colligerentur, secundum Welkeri indicium totum corpus pelle exutum primo in frustula concidebatur, tum cultro gemino convexo subtilissime comminuebatur; idque magma per complures horas recentibus usque portionibns aquae destillatae perdepsebatur et exprimebatur, donec in hac color luteolus desineret conspicuus esse. Sola maceratio partium comminutarum cum aqua non sufficit, et repetita expressione cum recentibus portionibus aquae brevi tempore multo plus efficitur quam diuturna maceratione magmatis. Liquores elutionis et expressionum separati ulterioribus operationibus subjiciebantur.

Aquae natura in his usibus non negligenda est. Puteorum nostrorum Halensium aquam adhibere non potui, quod omnes sanguinis solutiones illa confectae brevi amissa tinctura sua grati ruboris luridae fiunt. Eam ob causam omnia experimenta mea destillata aqua instituí. Porro expedit eas explorationes quam brevissimo tempore absolvi; namque viginti quatuor horis haematini solutiones plerumque turbidae factae sunt, neque tum non mutati coloris potest esse confidentia. Propter inspersas adipis glebulas et organorum particulas elutionis fluidum saepe, expressionum semper colandum est, hoc plerumque plus semel per idem colum, ut prorsus liquidum evadat.

Non videtur immorandum expositioni aliarum cautionum, quae sint diligenter explanatae a Welkero. Nihil aliud volui ultimis lineis facere, quam ea leviter attingere, quae mihi in operationibus meis inexspectata obvenere. Nunc autem ad alium locum pervenio, quem Welker prorsum neglexit, quamvis in eam partem cautissime procedendum esset ut errores evitarentur.

§. 10. Supra breviter retuli eas observationes et conclusiones, quibus Welker methodum suam fundavit. Ut satis perspicuum fiat, quam cogitationum seriem secutus sim, quum experimenta infra exponenda facerem, etiam reverti oportet ad naturam Welkerianae methodi conarique ad simplicissimam expressionem eam reducere. Ut ea quaestio, quidnam colorem metiente methodo sive colorimetria perficiatur, prorsum universalis habeatur, tincturam, quae conspicitur in Welkeri liquore normali, non ex certa quantitate haematini certam qualitatem opticam habentis, sed in universum ex certa vi tinctoria (F) derivatam volo. Exstet igitur liquor normalis quingentorum cubicorum cm. certam vim tinctoriam F habens. Volumen explorandae solutionis sanguinis sit A; ejus sufficiant viginti quinque cubica cm. ut liquoris volumini 250 cubicorum cm. idem color impertiatur, quem normalis liquor habet; tum 50 cubica cm. augenda erunt in 500, ut tincturam normalis liquoris exhibeant. Habebunt igitur 50 cubica cm. solutionis sanguineae vim tinctoriam 500 cubicorum cm. liquoris normalis; ergo tota solutio sanguinis A vim tinctoriam habebit aequantem vim tinctoriam 500 cubicorum cm. liquoris normalis multiplicatam factore $\frac{A}{50}$. Nihil praeter hoc methodo Welkeri proprie declaratur. Ut ab hac simplicissima et proxima conclusione ad declarationem de quantitate sanguinis in solutione A contenti perveniatur, duo postulantur membra intermedia, quae Welker transilit non satis providus quid eo saltu audeat. Et tamen hic potissimum summa cautione procedendum erat; namque hic fortasse — a priori nihil est conjiciendum aut supponendum — fons erat maximorum ejus methodi vitiorum. Primum Welker in aequatione supra allata pro vi tinctoria protinus ponit quantitatem haematini, h. e. colligit ita: quantitas haematini solutionis sanguinis A aequa est quantati haematini quae inest in 500 cubicis cm. liquoris normalis, multiplicatae factore $\frac{A}{50}$. Ea conclusio recta appareret, nisi Bruchii de vi, quam oxygenium et acidum carbonicum in haematinum exercent, experimenta infra fusius explicanda docerent, haematini opticam conditionem mutabilem esse, ita ut eadem quantitas haematini non semper eandem vim tinctoriam haberet. Erat igitur Welkeri demonstrare, iis sub conditionibus, quae in sua operandi via locum habent, haematinum semper eundem opticum statum obtinere. Deinde

Welker pro quantitate haematini simpliciter ponit quantitatem sanguinis, et sic ad hanc conclusionem finalem pervenit: quantitas sanguinis solutionis sanguineae A aequa est quantitati sanguinis, quae est in 500 cubicis cm. liquoris normalis, multiplicatae factore $\frac{A}{50}$. Id quod tum tantum verum est, si centesimales portiones haematini sanguinis et in liquore normali et in solutione A pares esse supponere licet. Si agitur de determinanda quantitate sanguinis in aliquo animali, ultima aequatione continetur hypothesis, pigmenti proportionibus sanguinem in omnibus vasorum provinciis uti vel absolute paribus, vel certe tantillum diversis, ut differentiae summarum inde oriundae intra fines vitiorum ipsius methodi coerceantur.

Utraque conditio, et diversi optici status haematini et differentiae proportionum centesimalium inter haematinum et sanguinem, respicienda est, si de venoso et arterioso sanguine agitur. Ut utramque quaestionem ex uno loco communi egressi exigamus, commodo vim tinctoriam et arteriosi et venosi sanguinis examinabimus, et, si differentes apparuerint, inquiremus, num ea differentia oriatur ex diversis opticis statibus haematini, an causam habeat diversitatem proportionum centesimalium haematini in utroque sanguinis genere, an demum vel ambae differentiae concurrant.

§. 11. Welker eam quaestionem, num arteriosus et venosus sanguis aequaliter diluti parem colorem exhibeant, suscepit quidem, sed ut ipse diserte dicit[1]), unum tantum experimentum ea causa instituit, quo quidem reperit, 300 cubica mm. sanguinis ex carotide cuniculi soluta 500 cubicis cm. aquae plane eandem tincturam exhibere ac sanguis ex vena jugulari aequali proportione dilutus. Verum si Welker plura experimenta de ea quaestione fecisset, certe cognovisset, in longe majore casuum numero arteriosi sanguinis dilutionem lucidiore colore esse quam venosi.

Iam Nasse[2]) „arteriosi, inquit, sanguinis solutio colore est pulchro, lucide rubro et perspicua, venosi pulla et turbida. Inter dilutum arteriosum sanguinem et venosum aequaliter dilutum, qui quassatione vividum ruborem traxerit, paene nullum est discrimen. In illo tantum aliquantulo lucidior est tinctura et major perspicuitas.“ Eum locum in meae causae patrocinium arripere possem, si Nasse de proportione dilutionis saltem aliquod indicium dedisset; at deficiente ejus conditionis gravissimae notitia illius testimonium mihi inutile est. Utcunque haec res se habet, adhuc in tribus et viginti sanis mammalibus[3]) (cuniculis, canibus, caviis) ego bis tantummodo, semel in cuniculo, semel in cane, tincturas arteriosi et venosi sanguinis solutionum non manifesto differentes vidi. Ceteris in casibus venosa solutio ubique haud dubie obscurior fuit arterioso. Sanguis ubique ita collectus est, ut primum duo vel quinque cubica cm. sanguinis ex vena jugulari externa detraherem, eaque subligata protinus carotidem aperirem, ut prima duo vel quinque cubica cm. effluentia exciperem. Utraque species sanguinis continuo vitreo bacillo fibrina liberabatur, quo confecto dilutae partibus aquae quingenis et pluribus usque ad millenas in lagenis de albo vitro, diametro 7,5 centimetrorum, respectu tincturarum comparabantur. Sanguis venosus fibrina liberatus in tanta dilutione solutionem praebet absolute claram, non turbidam, non minus arteriosi sanguinis solutione liquidam. Quodsi liquores quingenties diluti utriusque sanguinis in lagenis, quales descripsimus, collocantur ante aliquam superficiem candidam, per arteriosam solutionem multo plus videtur pellucere candidi coloris quam per venosam illi aequabilem. In comparatione solutionum millenis partibus aquae dilutarum nonnunquam arteriosam solutionem vidi jam plane luteolam, quum venosa etiamtum perlevem aliquem ruborem haberet. Qui operati sunt in diluendo sanguine, sciunt ruborem in dilutione usque attenuata evanescere cedentem lucido colori cuidam intermedio inter luteum et fuscum.

---

1) Prager Vierteljahresschr. 1854. Bd. IV. S. 19.

2) s. Art. Blut in R. Wagner's Handwörterbuch. I. 181.

3) Ex quo illa scripsi, numerus animalium in ea experimenta adhibitorum paene ter duodena mihi increvit.

Inde sequitur, in sanguine venae jugularis majorem inesse tinctoriam vim quam in sanguine carotidis.

Proxima inquisitione expetendum fuit, ut magnitudo differentiae inter vim tinctoriam arteriosi et venosi sanguinis determinaretur. Eo pervenitur simplicissimo modo, paratis duabus aequabilibus dilutionibus utriusque sanguinis addendo aquam venosae, donec colore arteriosum aequiparet.

Ne dubitationibus de fide earum observationum aliquem locum relinquamus, primum memorandum est, me saepe hominibus horum studiorum non participibus et quaestionis, de qua ageretur, ignaris, binas lagenas arteriosum et venosum sanguinem aequabiliter dilutum continentes proposuisse, ut de earum coloribus judicium ferrent. Re diligenter examinata sine exceptione in favorem venosi sanguinis dijudicatum est.

Potuerit quispiam suspicari causam inaequalis tincturae aequabilium dilutionum amborum sanguinis generum esse positam in erratis, quae in mensione voluminum utriusque sanguinis obvenerint. Ea objectio facile tolletur, si consideraverit ille, in magno numero experimentorum a me factorum futurum fuisse, ut errata in metiendo passim in favorem arteriosi sanguinis evenirent. Verum a me nunquam observata est profundior tinctura in arterioso sanguine quam in venoso. Deinde amplitudo erratorum, de qua jam supra egi ut accuratius perspiciatur, optime definitur ac minime in meum favorem hoc modo: si qua incognita quantitas sanguinis methodo Welkeriana determinatur, factis compluribus experimentis ad summas inter se differentes pervenitur. Vera summa sita est inter minimam et maximam. Iam vitium non ponam par proportioni medii ad minimum vel ad maximum, sed proportioni minimi ad maximum. Ex tabulis inferius proponendis nunc promo seriem, qua continentur ratiocinationes proportionum minimi ad maximum inventarum repetita determinatione ejusdem quantitatis sanguinis aut iisdem aut diversis scalae gradibus, et appono singulis casibus proportionem eorum numerorum, qui eidem quantitati sanguinis respondentes provenerunt, si tum arteriosi, tum venosi sanguinis solutio in usum liquoris normalis adhibetur.

Experimenta.	Observationes.	Proportiones minimorum ad maxima.	Proportiones determinationum secundum venosi sanguinis scalam ad determinationes sec. arteriosi sangu. scal.
I.	A	10,66 : 11 = 1 : 1,03	10,83 : 12 = 1 : 1,10
	B	12,62 : 13,66 = 1 : 1,08	13,14 : 14,10 = 1 : 1,07
II.	A	20 : 21,5 = 1 : 1,07	20,5 : 24,66 = 1 : 1,20
		24 : 25 = 1 : 1,04	
	B	8,2 : 8,85 = 1 : 1,07	8,52 : 10,3 = 1 : 1,20
III.	A	21 : 22 = 1 : 1,04	21,56 : 24,5 = 1 : 1,13
		24 : 25 = 1 : 1,04	
	B	14,17 : 15,7 = 1 : 1,10	14,65 : 17,51 = 1 : 1,12
		17,3 : 17,9 = 1 : 1,03	
IV.	A	8,33 : 8,5 = 1 : 1,02	8,41 : 9,33 = 1 : 1,10
		9,16 : 9,5 = 1 : 1,03	
	B	13 : 13,52 = 1 : 1,04	13,26 : 14,43 = 1 : 1,09
		14,3 : 14,56 = 1 : 1,01	
V.	A	30,47 : 31,1 = 1 : 1,02	27,7 : 30,78 = 1 : 1,10
VI.	A	28,56 : 30,8 = 1 : 1,07	25,2 : 29,75 = 1 : 1,18
Medium		1 : 1,04	1 : 1,13

Experimenta.	Observationes.	Proportiones minimorum ad maxima.	Proportiones determinationum secundum venosi sanguinis scalam ad determinationes sec. arteriosi sangu. scal.
VIII.	A	35,42 : 35,83 = 1 : 1,01	35,62 : 40,26 = 1 : 1,13
		40,05 : 40,48 = 1 : 1,01	
[1])	A	80 : 83,33 = 1 : 1,04	81,66 : 90,83 = 1 : 1,11
		90 : 91,66 = 1 : 1,01	
	B	31,66 : 33,25 = 1 : 1,05	32,45 : 38 = 1 : 1,17
IX.	A	56,6 : 57,59 = 1 : 1,01	57,09 : 63 = 1 : 1,10
		62,06 : 63,98 = 1 : 1,03	
	B	15,6 : 16 = 1 : 1,02	14,4 : 15,8 = 1 : 1,09
X.	A	126,5 : 131,4 = 1 : 1,03	129,76 : 143,90 = 1 : 1,09
		141,2 : 146 = 1 : 1,03	
	B	45 : 47,25 = 1 : 1,05	46,12 : 52 = 1 : 1,12
		51,7 : 52,3 = 1 : 1,01	
XI.		54,72 : 56,43 = 1 : 1,03	55,29 : 61,56 = 1 : 1,11
Medium		1 : 1,025	1 : 1,115

1) Experimentum in tabellis non enumeratum.

In tabula antecedente duarum priorum columnarum indicio, quotum sit quodque experimentum et quota quaeque observatio, lectores institui debent, ut eosdem numeros in conspectibus experimentorum infra copiosius exponendis ipsi reperire possint. Quodsi secundum indicia duarum priorum columnarum in tabulis infra proponendis requiritur, certa sanguinis copia invenitur, cujus quantitas methodo Welkeriana explorata est. Columna tertia rationes exhibet intercedentes inter minima et maxima, quae diversis periculis easdem quantitates sanguinis determinandi inventa sunt. Columna quarta demonstrat proportiones diversorum numerorum, qui calculis extracti sunt, prout ad eandem copiam sanguinis metiendam aut venosi aut arteriosi sanguinis diluti liquor normalis in usum vocatus erat. Priora sex experimenta in cuniculorum, posteriora quinque in canum sanguine facta sunt. Conspicitur, in determinationibus copiae sanguinis secundum liquores normales ejusdem speciei sanguinis factis proportionem minimi ad maximum in priore serie apparere 1 : 1,04, in altera 1 : 1,025 (in quo manifestus est diuturnioris exercitationis in vitiorum decrementum effectus [2]), contra determinationibus ad normas diversorum liquorum de venoso et de arterioso sanguine factis numeros repertos in priore serie (cuniculorum) proportionem exhibere 1 : 1,13, in posteriore serie (canum) 1 : 1,115. Eos numeros considerans nemo contenderit, differentiam tincturarum in solutionibus venosi et arteriosi sanguinis contineri finibus errorum in metiendo et aestimando occurrentium.

2) Apud Welkerum (in Prager Vierteljahresschr.) in determinationibus certarum sanguinis quantitatum inventa minima et maxima novies sunt indicata haec:

§. 12. In considerationibus modo factis jam anticipavi expositionem ejus effectus, quem differentia colorum aequabiliter diluti venosi et arteriosi sanguinis in determinationem quantitatis sanguinis animalium exerceat. Etenim continuo liquet certam aliquam sanguinis quantitatem necessario indicari majorem, si arterioso, quam si venoso liquore normali utaris ad eandem metiendam. Namque aliquotae parti fluidi sanguinei plus aquae admiscendum erit, ut ad tincturam certi alicujus arteriosi liquoris normalis perveniat, quam ut tincturam venosi liquoris aequabiliter diluti assumat. Si 25 cubica cm. cujusdam fluidi sanguinei ad 250 cubica cm. diluta colore aequant venosum sanguinem ad 500 volumina dilutum, bis 250 cubicis cm. fere 50 aquae addenda sunt, ut tincturam arteriosi sanguinis aequabiliter diluti, ac venosus ille est, adaequent. Venoso igitur liquore normali in illo fluido 25 cubicorum cm. indicabitur dimidium cubici cm. sanguinis, arterioso contra ea quantitas quinta parte major ($^3/_5$) denotabitur. Si fluidum sanguineum, quo sanguis universi animalis continetur, secundum utrumque liquorem normalem determinatur, similis differentia apparebit, in nostro exemplo proportionem sistens 2,5 : 3. Sequitur inde, veram quantitatem sanguinis animalis sic non posse subtiliter explorari; hunc ad finem ex una quaque vasorum provincia (e. g. ex vena portae, vena hepatica, vena renali, vena jugulari, carotide) sanguinis dilutiones parandae essent, et ad singularum dilutionum normas universa copia sanguinis determinanda. Neque tum quidem res absoluta foret; namque ut ex his diversis indiciis verus numerus excuteretur, necesse esset cognitas esse proportiones partitionis sanguinis per diversas vasorum provincias. Ego in experimentis infra exponendis non potui plus facere, quam ut venae jugularis et carotidis sanguinem distinguerem supponens, eas species sanguinis extremitates tenere ejus seriei, quae diversitate facultatis tinctoriae conformatur; quamquam parum veri similis est ea conjectura (ut probabile videtur, sanguinem venae renalis obscuriores, venae portae lucidiores solutiones praebere quam venae jugularis). Illo supposito vera quantitas sanguinis alicujus animalis indicabitur numero intermedio inter eum, qui jugularis, et eum, qui carotidis sanguine exhibetur. Si proportio quantitatum arteriosi et venosi sanguinis cognita esset, satis appropinquare possemus ad determinationem ejus numeri, qui inter illos fines situs verae quantitati responderet. Quum corpus plus venosi quam arteriosi sanguinis contineat [1]), verus numerus propinquior erit inferiori termino. Ego in experimentis meis medium inter numeros terminales pro vero posui.

Inventa millena millia corpusculorum sanguinis		in minimis	in maximis	utrorumque proportiones.
in experim.	VIII.	18598	19385	1 : 1,04
	XII.	368293	374897	1 : 1,01
		210084	220588	1 : 1,05
		65001	67681	1 : 1,04
	XVI.	723600	750300	1 : 1,03
Et cubica cm. sanguinis in experim.	X.	66,5	69,9	1 : 1,05
	XI.	31,1	32,2	1 : 1,03
		4,6	4,8	1 : 1,04
	XIII.	23,6	25,2	1 : 1,06
			Medium	1 : 1,038

Apparent igitur vitia hic tanta, quanta in meis experimentis.

1) Haller (Elementa II, 6): „Ceterum sanguinis copiam si in arterias et venas distribuere volueris, et arteriarum diametrum ad tres aestimaveris, venarum ad duo, cum parem utriusque systematis longitudinem ponere possimus, reperies, in arteriis quidem quatuor partes, in venis novem contineri.“

Postquam de discrimine tincturarum in dilutionibus arteriosi et venosi sanguinis conspicuarum certiores facti sumus, primum occurrat negotium explorare ejus differentiae causam. Sed eam inquisitionem, qua in aliam quaestionem, quae versatur circa causam coloris sanguinis, longius introductus sum, in ultimum caput differo, primum ea, quae mihi provenere ex studio determinandi quantitatem sanguinis, expositurus.

CAP. IV.

QUANTITAS SANGUINIS IN SANIS CUNICULIS, SANIS ET INANITIS CANIBUS SECUNDUM WELKERI METHODUM DETERMINATA.

§. 13. Quum hactenus studuerimus methodum Welkerianam accuratius examinare, tantam in ea cognovimus subtilitatem determinationum, quanta in ejus generis inquisitionibus omnino possit postulari. Nimirum hae mensiones non ad eam subtilitatem perveniunt, quae in quantitativa analysi chemiae locum habet; in hac enim errores 2,5 ac 4 centesimarum inauditi sunt. Sed si meminerimus, qui sint fontes errorum in prioribus methodis metiendi sanguinem, non tanti esse facienda illa vitia judicabimus, ut ea methodus sit rejicienda. Ratione habita ejus diversitatis, quae est inter colores solutionum arteriosi et venosi sanguinis — quam Welker quidem praetermisit — subtilitas methodi optatum in modum augetur.

Adhuc secundum methodum colorem metientem in mammalibus pauca experimenta facta sunt, et ea in muribus a Welkero ipso instituta. Eorum sanguis in medio ex quatuor experimentis inventus est aequans $\frac{1}{12,5}$ ponderis corporis (in minimo $\frac{1}{13,2}$, in maximo $\frac{1}{11,8}$). In infante neonato sanguis $\frac{1}{19}$ ponderis corporis constituit; in adulto homine eum Bischoffius ad $\frac{1}{13}$ ponderis corporis secundum Welkeri methodum determinavit.

Operae pretium igitur mihi visum est in majoribus mammalibus sanguinis determinationes instituere, cum quibus conferri possint rationes Valentini. Nimirum ultra cuniculos atque caniculas egredi non potui, quum ipsa res postulare videretur, ut unius diei spatio singulae inquisitiones absolverentur; namque mutabilitas coloris dilutarum sanguinis solutionum diutius asservatarum diffidere suasit experimento ultra unius diei spatium extenso. Etenim si Bischoffius de nigrescente haematini dudum soluti colore acquiescit in ea consolatione, quod id scilicet omnibus solutionibus aequabiliter eveniat: ego confiteor, eam aequabilitatem mihi dubiam videri. Unius diei decursu in recenti sanguine, si caute tractatur (defenditur ab accessu admixtionum, quibus color facilius nigrescit), nihil periculi habemus. Verum sat agendum et bono administro opus est, ut uno die determinatio sanguinis cuniculi vel modici canis absolvatur; itaque majora animalia tentare mihi in mentem venire non potuit.

Liquores normales solebam tres habere, dilutos ad partes 500, 750, 1000. Una quaeque quantitas sanguinis pluries vel ex eadem, vel id quod saepius factum, ex diversis dilutionibus determinata est. Non raro diversis determinationibus ad eosdem numeros perductus sum, saepius nimirum ad differentes. In conspectu experimentorum, qui porro adhibendus erit, (exp. I — XV) non omnes differentes summas, sed tantum maximam, minimam, mediam indicavi. Multa ceterum, quae ad computationes subtiliores pertinent, praeterii, veluti quantitates liquoris injecta aqua elutas vel expressione acceptas, et quae minutiora fuerunt in singulis determinationibus; quoniam ejus generis notitiae, ut per se vix cuiquam cordi esse possunt, ita, si plene exponerentur, multum spatii absumturae erant. Et universa

haec operatio sane satis simplex est, quae copiosa descriptione nihil indigeat. Hoc tantum commemoretur, quod liquoris injectionibus eluti, plerumque colore satis saturo tincti, inter dena et vicena quina cubica cm. consumebam, quae ad colorem liquoris normalis diluerem; fluidi expressione comminuti corporis accepti, cujus color ubique multo dilutior apparebat, inter centena et centena quinquagena cubica cm.

Non universa copia sanguinis animalium -- certe plerisque in casibus — methodo Welkeriana, sed portio apertis magnis vasis effusa directa ponderatione determinabatur. Ea portio, id quod ex tabula supra (p. 11) proposita apparet, circiter dimidia pars erat universae copiae. Altera portio duplici ratione, secundum venosam et arteriosam dilutionem sanguinis determinabatur, ac quantitas pensione inventa utrique numero addebatur. Planum est, binas summas universae copiae sanguinis ea ratione inventas multo minus inter se differre, quam si omnis sanguis methodo Welkeriana definitus esset; quam ob causam summae extremae mearum determinationum non possunt recte demonstrare, quanta sit diffentia si universus sanguis ad normam venosae vel arteriosae dilutionis determinetur. Ad quam quaestionem ut aliquo modo respondeatur, ponamus e. g. in exp. IX. portionem sanguinis pensione determinatam (= 65,40 grm.) venosi sanguinis dilutione exquisitam esse. Media ratio numerorum, quantitatem ejusdem copiae sanguinis exprimentium, qui in exp. IX. usu duarum diversarum solutionum accepti sunt, secundum tab. II. n. IX. est 1 : 1,095. Itaque pro 65,4 grammatis adhibito arterioso liquore normali invenissemus 71,61 grm., in universo igitur pro 172,29 grm. 179,18 grm., aut proportionem sanguinis ad corpus 1 : 13,32 pro proportione 1 : 13,86, et 7,57 centesimas pro 7,21 centesimis; et dignitates per venosum et per arteriosum liquorem normalem acceptae forent haece :

1 : 145 = 6,88 csm. et 1 : 13,32 = 7,57 csm.,

quum illa ratio, quam secuti sumus, ediderit minorem differentiam quae est inter

1 : 14,5 = 6,88 csm. et 1 : 13,86 = 7,21 csm.

Error igitur, quem Welker neglecta differentia tincturarum in duobus illis liquoribus normalibus admisit, multo majus est quam ex summis finalibus meorum experimentorum appareat, quoniam idem in his ex parte evitatum est. Vera ejus magnitudo cognoscitur ex tab. II., scilicet media ratione in cuniculis 13, in canibus 11,5 centesimarum, si ad absolutas respicitur quantitates. — Ejus quoque portionis sanguinis, quae directa pensione explorata est, determinatio, si subtiliter rem exigimus, vitio laborat. Namque dum animal exsanguinatur, pressio sanguinis continuo minuitur, quo facto celerrime resorberi fluida parenchymatis, quae partim cum ultimis sanguinis portionibus effundantur, veri simile est. Hanc ob causam utile videtur, si nihil pensione, sed omnia methodo Welkeriana determinentur; hac enim adhibita universa quantitas sanguinis exploratur ita compositi, ut primus et venosus et arteriosus effluxit. Ad observandam magnitudinem hujus vitii singularia experimenta instituere quum non potuerim, eam rem posterioribus studiis commendatam habeo.

Denique omnium sanguinis determinationum a me factarum alius communis est error. Si quam subtilissime res instituenda fuisset, in uno quoque casu specificum pondus sanguinis, imo utriusque speciei ejus, explorandum erat, ut voluminum mensurae in ponderum mensuras converti possent: id quidem fieri non potuit, et ego numeros usurpavi ab aliis observatoribus traditos. Canini sanguinis pondus specificum Davy medium ex multis experimentis reperit 1050, et cuniculorum sanguinem habere pondus specificum 1047 Welkero autore invenitur. Faciamus, in aliquo casuum a me tractatorum sanguinem animalis habuisse summum pondus specificum in mammalibus adhuc observatum 1060, idque aestimatum esse tantum ad 1040, error inde oriundus infra duas centesimas contineatur. Verum meae observationes, si perlonge, quarta parte hujus maximi erroris a vero declinant, id quod cognoscitur ex iis, quae Nasse tradidit de specifico pondere sanguinis mammalium; ergo ad summum dimidia centesima

erratur, quae declinatio a vero inter alias, quae in experimentis meis evitari non potuere, haud intolerabilis videtur. —

I. Cuniculus masculus ponderis 669 grm. (sine intestini contentis.)

Portiones sanguinis determinatae liquore normali	venoso	arterioso	Proportio inter sanguinis et corporis pondus inventa liquore: venoso	arterioso
A. sectis vasis collecta	(10,66—11) 10,83 ccm.	12 ccm.		
B. injectione eluta	(12,62—13,66) 13,14	14,10		
	23,97	26,10		
C, expressione recepta	1,84	1,84 [1])		
D. ad liquores normales consumta	6	6		
	summae 31,81 ccm.	33,94 ccm.		
	= 33,30 grm.	= 35,53 grm.	1 : 20,09	1 : 18,88
		num. med.	1 : 19,48	= 5,1 csm.

II. Cuniculus masculus ponderis 765,5 grm. (sine intestini contentis.)

A. sect. vas. collecta	(20—21,5) 20,5	(24—25) 24,66		
B. inject. eluta	(8,2—8,85) 8,52	10,3		
C. expr. recepta	5	5,62		
	34,02	40,58		
D. ad liqu. norm. cons.	6	6		
	summae 40,02 ccm.	46,58 ccm.		
	= 41,90 grm.	= 48,76 grm.	1 : 18,27	1 : 15,69
		num. med.	1 : 16,98	= 5,8 csm.

III. Cuniculus masculus ponderis 1068,5 grm. (sine intestini contentis.)

A. sect. vas. coll.	(21—22) 21,5	(24—25) 24,5		
B. inject. eluta	(14,17—15,7) 14,65	(17,3—17,9) 17,51		
C. expr. recepta	2,41	3		
	38,56	45,01		
D. ad liqu. norm. cons.	7	7		
	summae 45,56 ccm.	52,01 ccm.		
	= 47,70 grm.	= 54,44 grm.	1 : 22,4	1 : 19,44
		num. med.	1 : 20,78	= 4,8 csm.

IV. Cuniculus masculus ponderis 706 grm. (sine intestini contentis.)

A. sec. vas. coll.	(8,33—8,5) 8,41 ccm.	(9,16—9,5) 9,33 ccm.		
B. inject. eluta	(13—13,52) 13,26	(14,3—14,56) 14,43		
C. expr. recepta	4,62	5,28		
	26,29	29,04		
D. directa mensione determinata	12	12		
	summae 38,29 ccm.	41,04 ccm.		
	= 40,08 grm.	= 42,96 grm.	1 : 17,61	1 : 16,43
		num. med.	1 : 17,02	= 5,8 csm.

1) Haec portio venoso liquore solo determinata est.

V. Cuniculus femella praegnans ponderis 1040,5 grm. (sine intestini contentis et sex fetibus.)

Portiones sanguinis	determinatae liquore normali		Proportio inter sanguinis et corporis pondus inventa liquore	
	venoso	arterioso	venoso	arterioso
A. inject. eluta	27,7 ccm.	(30,47—31,1) 30,78 ccm.		
B. expr. recepta	5,96	6,62		
C. in scala	6	6		
	39,66	43,4		
	= 41,52 grm.	= 45,44 grm.		
D. quae effluxit, pondere determinata	26,56	26,56		
	summae 68,08 grm.	72,00 grm.	1 : 15,43	1 : 14,40
		num. med.	1 : 14,92	= 6,7 csm.

VI. Cuniculus masculus ponderis 786,5 grm. (sine intestini contentis.)

A. inject. eluta	25,2	(28,56—30,8) 29,75		
B. expr. recepta	4,94	5,76		
	30,14	35,51		
C. dir. mens. determ.	12	12		
	summae 42,14 ccm.	47,51 ccm.		
	= 44,12 grm.	49,74 grm.	1 : 17,41	1 : 15,46
		num. med.	1 : 16,43	= 6,08 csm.

VII. Cavia admodum obesa ponderis 676,5 grm.

A. inject. eluta	15,7 ccm.	(17,7—18,8) 18,25 ccm.		
B. expr. recepta	4,6	5,4		
	20,3	23,65		
C. dir. mens. det.	4	4		
	summae 24,3 ccm.	27,65 ccm.		
	= 25,4 grm.	= 28,9 grm.	1 : 26,63	1 : 23,40
		num. med.	1 : 25,01	= 3,99 csm.

VIII. Canis masculus, trimestris, ponderis 2106 grm. (sine intestini contentis).

A. inject. eluta	(35,42—35,83) 35,62	(40,05—40,48) 40,26		
B. expr. recepta	9	10,8		
	44,62	51,06		
C. dir. mens. det.	21	21		
	65,62 ccm.	72,06 ccm.		
	= 68,90 grm.	= 75,66 grm.		
D. ponderat. det.	67,27	67,27		
	summae 136,17 grm.	142,93 grm.	1 : 15,46	1 : 14,73
		num. med.	1 : 15,09	= 6,6 csm.

IX. Canis trimestris, ponderis 2388 grm. (sine intestini contentis.)

Portiones sanguinis	determinatae liquore normali		Proportio inter sanguinis et corporis pondus inventa liquore	
	venoso	arterioso	venoso	arterioso
A. inject. eluta	(56,6—57,59) 57,09	(62,02—63,98) 63		
B. expr. recepta	14,4	(15,6—16) 15,8		
	71,49	78,8		
C. dir. mens. det.	23	23		
	94,49 ccm.	101,8 ccm.		
	= 99,21 grm.	106,89 grm.		
D. ponderat. det.	65,40	65,40		
	summae 164,61 grm.	172,29 grm.	1 : 14,5	1 : 13,86
		num. med.	1 : 14,18 = 7,05 csm.	

X. Canis masculus bene alitus, ponderis 5947,5 grm. (s. int. cont.)

A. inject. eluta	(126,5—131,4) 129,76 ccm.	(141,2—146) 143,9 ccm.		
B. expr. recepta	(45—47,25) 46,12	(51,7—52,3) 52		
	175,88	195,9		
C. dir. mens. det.	18	18		
	193,88 ccm.	213,9 ccm.		
	= 203,57 grm.	224,59 grm.		
D. ponderat. det.	256,3	256,3		
	summae 459,87 grm.	480,89 grm.	1 : 12,93	1 : 12,36
		num. med.	1 : 12,64 = 7,91 csm.	

XI. Canis quadrimestris ponderis 3115 grm.

A. inject. eluta	(54,72—56,43) 55,29	61,56		
B. expr. recepta	30	33,7		
	85,29	95,26		
C. dir. mens. det.	30	30		
	115,29 ccm.	125,26 ccm.		
	= 121,05 grm.	131,52 grm.		
D. ponderat. det.	106	106		
	summae 227,05 grm.	237,52 grm.	1 : 13,71	1 : 13,11
		num. med.	1 : 13,41 = 7,45 csm.	

XII. Canis adultus ponderis 2987,5 grm. Inter sex canes normaliter alitos unus, in quo discrimen venosi et arteriosi sanguinis non fuit conspicuum.

A. inject. eluta	(174,5—179,37)	176,93 ccm.	
B. expr. recepta	(24,18—25,37)	24,77	
		201,70	
C. dir. mens. det.		29	
		summa 230,70 ccm.	
		= 242,23 grm.	1 : 12,33 = 8,11 csm.

T a b u l a

exhibens quantitates sanguinis repertas.

a) in cuniculis.

Pondera animalium.	Proportiones sanguinis ad corpus. secundum liquorem venos.	arter.	med.	Sanguinis quantitates expressae centesimis corporis. secundum liquorem venos.	arter.	med.
I. 669 grm.	1 : 20,09	1 : 18,88	1 : 19,48	4,97	5,29	5,13
II. 765,5	1 : 18,27	1 : 15,69	1 : 16,98	5,47	6,37	5,88
III. 1068,5	1 : 22,4	1 : 19,44	1 : 20,78	4,46	5,14	4,81
IV. 706	1 : 17,61	1 : 16,43	1 : 17,02	5,67	6,08	5,87
V. 1040,5	1 : 15,43	1 : 14,40	1 : 14,92	6,48	6,94	6,70
VI. 786,5	1 : 17,41	1 : 15,46	1 : 16,43	5,74	6,47	6,08
Media (excepto exper. V.)	1 : 19,15	1 : 17,18	1 : 18,13	5,26	5,87	5,55

b) in canibus.

I. 2106 grm.	1 : 15,46	1 : 14,73	1 : 15,09	6,46	6,78	6,62
II. 2388	1 : 14,5	1 : 13,86	1 : 14,18	6,88	7,21	7,05
III. 5947,5	1 : 12,93	1 : 12,36	1 : 12,64	7,73	8,09	7,91
IV. 3115	1 : 13,71	1 : 13,11	1 : 13,41	7,29	7,62	7,45
V. 2987,5			1 : 12,33			8,11
Media	1 : 14,15	1 : 13,51	1 : 13,53	7,09	7,42	7,42

XIII. Canis miniusculus trimestris.

Pondera	Decrementa per 24 horas	Portiones sanguinis	Min. et max.	Media	Proport. sanguin. ad corpus	Sanguinis quantit. expr.centes. pond. corp.
24 horis post ultimum pastum 1484 grm.		inject. eluta	26,72—28,39	27,64 ccm.		
24 h. post 1427	57 grm.	expr. recepta	18,78—19,27	19,02		
24 - - 1376	51	dir. mens. det.		7		
				53,66 ccm.		
24 - - 1318	58		=	56,34 grm.		
24 - - 1271	47	ponderat. det.		29,25		
24 - - 1207	64		summa	85,59 grm.	1 : 13,5	7,47
	277 grm.					

$= \frac{1}{5,3}$ pond. corp. = 18,8 csm.

Medium decrementum = 55,4 grm. = 3,76 csm.

XIV. Canis unius anni.

Pondera.	Decrementa per 24 horas.	Portiones sanguinis.	Min. et max.	Media.	Proport. sanguin. ad corpus.	Sanguinis quant. expr. centes. pond. corp.
24 horis post ultimum pastum 8090 grm.		inject. eluta	(133,33—140)	136,04 ccm.		
24 h. post 7735	355 grm.	expr. recepta	(77,22—78,97)	78,09		
24 - - 7460	275	dir. mens. det.		14		
24 - - 7245	215			228,13 ccm.		
24 - - 7045	200		=	239,53 grm.		
24 - - 6845	200	ponderat. det.		259		
24 - - 6640	205		Summa	498,53 grm.	1 : 12,33	8,11
24 - - 6415	225					
24 - - 6270	145					
	1820 grm.					

Subtractis intestini contentis et urina inter experimentum reddita 6140 grm. $= \frac{1}{4,4}$ pond. corp. = 22,7 csm.

med. decr. 227,5 grm. = 2,837 csm.

XV. Canis triennis.

Pondera.	Decrem. p. 24 horas.	Portiones sanguinis.	Min. et max.	Media.	Proport. sangu. ad corpus.	Sang. quant. expr. csm. pond. corp.
24 horis post ultimum pastum 3566 grm.		inject. elut.	(47,25—49,14)	48 ccm.		
24 h. post 3426	140 grm.	expr. rec.	(41,31—44,6)	42,95		
24 3288	138	dir. mens. det.		18		
24 3156	132			108,95 ccm.		
24 3063	93		=	114,39 grm.		
24 2983	80	ponderat. det.		70		
24 2913	70		Summa	184,39 grm.	1:12,76	7,83
24 2841	72					
24 2746	95					
24 2686	60					
24 2607	79					
48 2478	129					
24 2418	60					
	1148 grm.					

Subtractis intestini contentis 2354 grm. $= \frac{1}{3,11}$ pond. corp. = 32.1 csm.

med. decr. p. 24 hor. 88,30 grm. = 2,47 csm.

§. 14. Iam si intuemur summas, quas experimenta in sex cuniculis et quinque sanis canibus acta nobis suppeditaverunt, magna discrepantia ab iis, quae Valentinus tradidit, apparet; ex contrario magna ad numeros a Webero Lehmannoque repertos appropinquatio, major etiam ad Welkeri rationes.

Valentinus (Repertor. III. 289) ut summas ex suis determinationibus quantitatis sanguinis collectas has theses principales constituit:

1) Absoluta quantitas sanguinis in diversis animalium speciebus et in diversis individuis ejusdem speciei admodum diversa est. Contra

2) relativum pondus sanguinis sive proportio ponderis sanguinis ad pondus corporis in una quaque specie mammalium constans est, vel certe inter fines admodum angustos, qui ad summum 0,6 complectuntur, fluctuat. In canibus maximum fuit 1:4,31 = 23,2 csm., minimum 1:4,93 = 20,36 csm.

3) Relativa quantitas sanguinis in minoribus mammalibus aliquanto minor est. In majusculis canibus medio numero expressa est 1:4,50, in cuniculis 1:6,20.

4) Contra in eadem animalium specie diversa individua eandem relativam sanguinis quantitatem habent, quamvis diversa sint corpora ponderum.

Videamus quomodo cum illis placitis nostrae experientiae congruant.

Primum numeri proportionem sanguinis ad pondus corporis exprimentes Valentiniani a meis vehementer discrepant. Valentinus canibus medium numerum habet 1:4,50 = 22,22 csm., ego inveni 1:13,53 = 7,42 csm.; Valentinus igitur pro ratione ponderis corporis sanguinem triplo copiosiorem reperit quam ego. Utrius numeri veriores habendi sint, postquam de utraque methodo jam supra sermo factus est, lectoribus relinquo dijudicandum.

Valentinus porro varietatem copiae sanguinis in individuis ejusdem generis animalium angustissimis numeris circumscribit. Mea experimenta eas fluctuationes multo latiores demonstraverunt. Quodsi inter experimenta in cuniculis facta quintum omittimus non bene comparabile cum reliquis, utpote in praegnante femella factum, proportiones terminales relativam quantitatem sanguinis exprimentes habemus 1:20,78 = 4,81 csm. et 1:16,43 = 6,08 csm. In uno kilogrammate cuniculi igitur 48,1 vel 60,8 grammata sanguinis insunt; in uno kgrm. canis 66,2 vel 81,1 grm. sanguinis continentur[1]). Secundum illa in animalibus, quae sub normalibus conditionibus vixerunt, sanguinis quantitatem fluctuare videmus usque ad quintam (in canibus) et ad quartam (in cuniculis) partem. Ejus fluctuationis conditiones explorare difficile est iis, qui pariter atque mihi faciendum fuit animalia continuo in experimenta adhibenda emunt, neque eorum nutritionem per aliquantum temporis ante experimentum ipsi praescribere possunt. Pondus corporis non in uno certo sensu effectum exercere tabularum inspectio docet. De effectu sexus nihil possum indicare, quoniam excepta praegnante femella cuniculi in experimento V. omnia animalia mascula fuerunt. Graviditas magnum momentum exercere videtur habita ratione experimenti V. (ubi fetuum sanguis non est assumtus in ratiocinationem). — Valentini assertio, canes majorem relativam quantitatem sanguinis habere quam cuniculos cum mea experientia prorsum congruit, sed certe eam differentiam non ex Valentini sententia explicaverim. Is enim relativam quantitatem sanguinis cum ipsa magnitudine animalium aliquantum decrescere dicit. Eam sententiam oppugnat numeri a Welkero murium sanguini dati (1:12,5) cum meis numeris comparatio. Diversitas inter canes et cuniculos observata commodissime ex differente carnivororum et herbivororum natura derivabitur. Quod Valentinus sua methodo propemodum eandem proportionem relativarum sanguinis quantitatum in cuniculis canibusque reperit, atque ego methodo colorem metiente, id fortuito evenisse haud dubie videtur. Valentini enim numeris formatur proportio 1:1,37, meis 1:1,33.

§. 15. De industria thesin, et eam gravissimam, quam Valentinus ex inquisitionibus suis deducit, adhuc non attigi. Ille enim relativam quantitatem sanguinis in „ariete nimium frequente coitu onaniaque macilento et emacerato“ invenit = $\frac{1}{5,02}$, in cane paene absolute paraplectico, copiosissima

1) Welkeri numeri terminales in muribus proportionem sistunt 100:112.

aqua intra columnae vertebralis portiones lumbales et sacrales effusa, $= \frac{1}{4,31}$ ponderis corporis; quae est in utroque casu eadem relativa sanguinis copia ac sanis in animalibus. Inde colligit „natura certam relativam quantitatem sanguinis ut irremissibilem normam constitutam esse; hinc explicari, quo pacto sanguis in morbis consumentibus, ubi per nutrimenta vel aliis viis externis parum aut nihil ei offeratur, ex ipso organismo non exiguam copiam materiarum recipiat atque eo modo, ut ad certum suum numerum perveniat, emacerationem corporis efficiat eoque potius progignat, quo copiosiores rursum ex ipso fiant sive sanae sive morbosae secretiones.“

Chossatius[1]) alia invenit. In undecim columbis normalibus medium corporis pondus reperit grammatum 379,34, medium sanguinis pondus grm. 12,74, i. e. quantitas sanguinis aequalis fuit $\frac{1}{29,7} = 3,35$ centesimis ponderis corporis. Undecim aliae columbae in statu normali pondus corporis medium habuere 385,87 grammatum; postquam inanitione mortuae sunt, pondus fuit 230 grammatum cum 4,88 grammatis sanguinis, i. e. sanguis habuit $\frac{1}{47,13}$ sive 2,12 centesimas ponderis corporis. Quum corporis pondus amisisset 40,3 csm., sanguis amiserat 61,6. Sanguinis igitur decrementum plus dimidio majus fuit decremento corporis.

In duobus cuniculis inanitione exstinctis sanguis habuit $\frac{1}{64,15}$ sive 1,55 csm. ponderis corporis.

His numeris, ad quos ita perventum est, ut sanguis expressione magnorum vasorum evacuaretur, nondum contentus Chossatius supponit, sanguinem animalis inanitione extincti compositum esse ex una parte normalis sanguinis et duabus partibus aquae, unde ratiocinatur, sanguinem 75 centesimis minutum fuisse, quum pondus corporis 40 centesimas amisisset.

Nimirum omnia haec experimenta Chossatium frustrata sunt ob defectus in determinatione quantitatis sanguinis, quam admodum imperfecto modo fecit. Eam ob causam his fructibus operationis ceteroquin egregiae haud multum tribuerim.

Schmidtius[2]) quantitatem sanguinis in normali fele 2572 grammatum propria ratiocinatione ex alterius individui sanguinis quantitate sibi constituit in 155,25 grm. $= \frac{1}{16,53}$ sive 6,23 csm. ponderis corporis. De ea tantum sanguinis portione agitur, quae ex magnis vasis colligi potuit. Ea felis inanita pependit 1241,2 grammata; amiserat igitur 1330,8 grm., i. e. $\frac{1}{1,93}$ sive 51,38 csm. ponderis corporis. Quantitas sanguinis post mortem ejus animalis ex magnis vasis collecta habuit 9,88 grm., i. e. $\frac{1}{131,6}$ sive 0,79 csm.; minutus igitur fuit sanguis 145,37 grammatis sive 93,6 centesimis, atque ea minutio comparata cum corporis decremento proportionem ostendit 1,82 : 1. Profecto mirandum est, operae pretium facere Schmidtium sibi visum esse talium numerorum commemoratione et deductis inde conclusionibus, quae sane maximum momentum exerceant in physiologiam. Attamen ejus generis determinationibus locus in physiologicis operibus concessus est sine ulla objectione!

Rem haud inutilem facturus esse mihi videbar, si quantitatem sanguinis exinanitorum animalium explorarem. Itaque tribus canibus (exp. XIII—XV) omne genus nutrimenti et solidi et fluidi negavi; primo quidem per sex, alteri per novem, tertio per quatuordecim dies. Processus quotidiani decre-

1) Recherches expérimentales sur l'inanition. Paris 1843. p. 69 sq.

2) In suo Bidderique celebri opere p. 331.

menti ponderum in tabulis expositus est[1]). Primus canis $\frac{1}{5,3}$ sive 18,89 centesimis ejus ponderis, quod 24 horis post ultimum pastum habuerat, deminutus fuit; alter $\frac{1}{4,14}$ sive 22,7 centesimis, tertius $\frac{1}{3,11}$ sive 32,1 centesimis. In experimento XIII res male cessit, quum portionem sanguinis arteriosi ad liquorem normalem destinatam fibrina liberare vellem; ita ut non possim referre, quae in hoc casu fuerit coloris ratio inter utriusque sanguinis solutiones. In canibus experimentorum XIV et XV certe utriusque sanguinis solutiones prorsum concolores fuere.

Quae ex determinationibus sanguinis comperi, ea cum Valentini asserto omnino congruunt. Quantitas sanguinis ad pondus corporis eandem proportionem habet ac sanis in animalibus; in exp. XIV. ad maximum numerum proportionalem, qui sanis in animalibus inventus est, ascendit; in reliquis duobus experimentis major est medio numero in sanis canibus observato. Satis apparet igitur, haud-quaquam minui relativam quantitatem sanguinis inanitione, quae quidem usque ad amissionem 32,1 centesimarum ponderis corporis acta est. De solidarum materiarum sanguine contentarum minutione numeros quos afferam non habeo; nihil tamen dubito asserere, in primo cane et in tertio pigmentum sanguinis graviter deminutum fuisse. In utroque casu tinctura dilutionis quingenariae multo lucidior fuit quam in experimentis sanorum canum. Minus certum in secundo cane id visum est. Quum scala perennis mihi non suppetat, decrementum pigmenti numeris exprimere non possum.

§. 16. Jam si licet existimare ope methodi Welkerianae quantitatem sanguinis admodum subtili appropinquatione definiri, quaedam facta physiologica quasi nova luce collustrata conspicimus. Ejus generis duos tantum locos commemorabo, qui quidem animi attentione haud indigni videntur.

Primum operae pretium est ambitum intermediariae substantiarum mutationis respectu quantitatis sanguinis considerare.

Secundum indicia, quae ex Bidderi Schmidtiique experimentis collegi, 1 kgrm. canis 24 horarum spatio praebet:

	grm.	constantia ex aquae	constantia ex solidarum partium
secreti glandularum submaxillarium	16,92	16,854	0,066
secreti parotidum	26,37	26,137	0,233
succi gastrici	100	97,31	2,69
bilis	12,93	11,97	0,96
succi pancreatici (canis 8 kgr.)	120,72	118,176	2,544
	276,94	270,447	6,493

1 kgr. canis in medio continet 74,2 grm. sanguinis, et in eo, si indicio Nassii, in sanguine canino 791 millesimas aquae esse, nitimur, 58,7 grm. aquae et 15,5 grm. solidarum materiarum. Secundum haec aquae sanguinis 24 horis 4,6ies per magnas glandulas apparatus digestivi permeandum

1) Canis experimenti XIV usque in ultimum diem inediae stabulo inclusus fuerat, in quo utebatur libero motu. Per ultimas 24 horas autem extremitates ejus colligatae fuerunt, ut nihil posset nisi jacere. Ex impedito omni libero motu apparet causa, qua factum sit, ut decrementum ponderis ultimis 24 horis subito multo levius quam per tempus antegressum exstiterit.

est, quum eodem tempore de solidis sanguinis partibus 41 centesimae tantum circuitum intermediarium perficiant. Inde sequitur, circuitum intermediarium aquae sanguinis plus undecies celeriorem esse quam solidarum ejusdem sanguinis partium.

Medium tempus circuitus sanguinis in equo Heringius determinavit ad 25 vel 30 secunda. Volkmannus id tempus formula $t = z\frac{x}{y}$ (quam in introductione jam explicavimus) circumscribit. Si b significat pondus corporis, Volkmanno autore $y = \frac{1}{400}$ b; x in canibus secundum mea experimenta $= \frac{1}{13,5}$ b. Si equo quoque ponimus $x = \frac{1}{13}$ b, habemus $\frac{x}{y} = \frac{400}{13}$. Frequentia pulsuum in equis est quadragenorum ictuum intra minutum, z igitur $= \frac{60}{40} = \frac{3}{2}$. Datur inde $t = \frac{3}{2} \cdot \frac{400}{13} = 46,1$ secundis. Ex Valentini determinatione copiae sanguinis calculo evolvitur in equis $t = 120$, qui numerus ab eo, qui directo experimento repertus est, immodicum quantum distat[1]) — In canibus, quorum pulsus 120 ictus intra minutum habet, tempus circuitus 14,8 secundis completum fuerit. Heringius in pusillo equo et in asino id tempus accelerato pulsu inter 10 et 15 secunda constituit. Quorum numerorum convenientia aliud testimonium mihi videtur fidei methodo Welkerianae habendae.

CAP. V.

CAUSÆ DIFFERENTIÆ APPARENTIS IN COLORE SOLUTIONUM ARTERIOSI ET VENOSI SANGUINIS. — NOTÆ DE EFFECTU ACIDI CARBONICI IN HÆMATINUM OBSERVATO.

§. 17. Adhuc differentiam tincturae in venosi et arteriosi sanguinis solutionibus conspicuam consideravimus tantummodo ut factum, quo cogamur in determinanda sanguinis animalium quantitate, si methodo Welkeriana utamur, correctionem addere. Iam occurrit quaestio, quaenam sit causa illius differentiae in colore, quaestio digna profecto accuratiore examine. Hanc vero quaestionem, quum novas observationes requirat easque cum iis, quae praecedant, minime conjunctas, nunc demum examinabo.

Profundiorem in solutione venosi sanguinis colorem explicaturi duplicem causam consideremus necesse est:

1) majorem proportionem haematini in venarum sanguine;

2) obscuriorem colorem venosi haematini.

Faventne facta adhuc cognita alteri an alteri harum explicationum?

Quod primum ad pigmenti arterioso et venoso sanguine contenti proportionem attinet, pauca de ea quaestione in literis inveniuntur directa indicia. Frequentius et secundum diversas methodos, maximam partem vix appropinquantes ad rectam rationem, tentatum est quantitatem corpusculorum sanguinis in utroque sanguinis genere exstantem determinare.

Mayer[1]) tradit, venarum sanguinem in equis majore portione cruoris, praecipue pigmenti excellere, cujus defectu crusta phlogistica quam vocant, in arterioso quidem sanguine sanorum equorum fere semper obveniens, exoritur.

---

1) cf. Welker in Prager Vierteljahresschr. I, 1. p. 70.

1) Meckel's Archiv III. 537.

Nasse[1]) memorat, arterioso sanguine minus contineri materiae cujusdam calore 52° R. coagulabilis quam venoso; scilicet illo 108,7 millesimas, hoc 115,9. Coagulum ea temperie coortum existimat esse coagulatum pigmentum. — Idem inquisitor venosum sanguinem aliquantulo plus ferri habere quam arteriosum ait[2]).

Simonius ex arterioso sanguine duobus in casibus 3,640 et 4,872 millesimas haematini accepit, ex venoso eorundem animalium 3,952 et 5,176 millesimas.

Heringius (v. Nassii monogr. de sanguine) comparativas analyses et arteriosi et venosi sanguinis secundum Berzelii methodum respectu quantitatis corpusculorum sanguinis instituit, reperitque in mille partibus sanguinis

	arteriosi	venosi
bubuli	164,7	170,4
ovini	106,1	124,4
equini	130,3	131,1

Prevostius et Dumas secundum notam suam methodum quantitatem corpusculorum sanguinis in arterioso venosoque sanguine mensi sunt. Plerumque major quantitas in arterioso reperta est, pariter atque iis experimentis, quae Denis et Lécanu fecere, quum Letellier unum alterumve observaverit.[3])

Lehmannus[4]) indicat, in arterioso sanguine equino ferri ad sicca corpuscula sanguinis proportionem esse 1 : 394, in venoso 1 : 390, quo indicio plus ferri corpusculis venosi quam arteriosi sanguinis tribuitur[5]).

Secundum recentissima Lehmanni[6]) experimenta minorum venarum sanguis in medio 6 centesimis plus aquae et totidem minus corpusculorum continet quam arteriosus. Pariter sanguis venae cavae ante introitum venarum hepaticarum minus habet cellularum quam arteriosus, plus contra post venarum hepaticarum introitum.

Itaque haec diversa chemicorum de haematini, ferri, corpusculorum in utroque sanguinis genere proportionibus placita si complectimur, nullam videmus inde colligi posse certam responsionem ad quaestionem nostram, num obscurior color solutionis venosi sanguinis ex majore haematini proportione dependeat. Sane quidem eae chemicorum analyses, quibus in haematinum recta inquisitum est, venoso sanguini majorem portionem hujus pigmenti adjudicant. Sed si eorum chemicorum methodos analyticas intuemur, de fide eorum inventis habenda vehementer dubitare incipimus. Non aliter se habent, quae de corpusculorum in utroque sanguine proportionibus tradita sunt. Hac quoque parte de subtilitate diversarum methodorum usum vocatarum summopere dubitandum videtur. Accedit, quod ex iis, quae de quantitatibus corpusculorum sanguinis traduntur, nihil colligi potest de haematini in sanguine quantitate, donec in obscuro est, quae ipsis corpusculis quantitates haematini contineantur, quas quidem diversas esse in diversis vasis non dubium videtur. Eam autem rem collustrandi initia demum Lehmanni inquisitionibus facta sunt. —

Proposueramus alteram conditionem, in qua esse posset causa diversae tincturae in venosi et arteriosi sanguinis solutionibus; scilicet si venosum haematinum colore sit obscuriore quam arteriosum.

---

1) Das Blut in mehrfacher Beziehung physiologisch u. pathologisch untersucht. Bonn 1836. S. 343.

2) s. Art. Blut in R. Wagner's Handwrtrbch. S. 171.

3) cf. Lécanu, Études chimiques sur le sang humain. Paris 1837.

4) Physiologische Chemie, Leipzig 1850. III. 224.

5) In textu ejus loci majusculis literis impresso per errorem dictum est, in arteriosis sanguinis cellulis haematini portionem esse majorem quam in venosis; contrarium indicantibus numeris in nota minusculis literis impressa. Et continuo etiam mentio fit, minus haematini in arteriosis sanguinis cellulis quam in venosis esse.

6) Journal für practische Chemie von Erdmann und Werther. LXVII.

Namque secundum Bruchii[1]) experimenta color soluti sanguinis acido carbonico obscurior, oxygenio lucidior redditur; quae quidem experimenta adversantur iis, quae Scherer[2]) observavit, sed quae ut jam a Marchandio[3]), ita nuperrime a F. de Follero[4]) sub auspiciis Ill. de Wittichii confirmata sunt. Ego quoque, id quod jam nunc obiter moneo, mihi persuasi verum esse quod Bruchius indicavit, sanguinem in triplo vel quadruplo aquae volumine solutum, in qua corpuscula destructa sint, obscurari acido carbonico, sed oxygenio aliquatenus rursum lucidum reddi posse. — Constat igitur eandem sanguinis solutionem aut obscuriorem aut lucidiorem apparere, prout aut acidi carbonici aut oxygenii majorem quantitatem contineat. Iam autem notum est, venosum sanguinem plus acidi carbonici pro oxygenii portione continere quam arteriosum. Poterat igitur conjici, venosi sanguinis solutionem debere obscuriorem colorem fortasse diversae in utroque sanguinis genere opticae conditioni haematini, quae diversitas ex diversa proportione acidi carbonici et oxygenii utroque sanguinis genere contentorum dependeat. — Huc usque quaestio initio hujus capitis a nobis mota auxilio jam cognitorum factorum deduci potuit; quae ut prorsus dijudicaretur, specialibus experimentis opus fuit.

§. 18. Iam defibrinatione sanguis venosus ita cum aere permiscetur, ut ad colorem arteriosi appropinquet; introducto oxygenio brevissimo tempore lucidum ruborem trahit, ut ab arterioso amplius discerni non possit.

Ad dijudicandam igitur quaestionem nostram quasi ultro se obtulit hoc experimentum. Duae sanguinis portiones e vena jugulari et ex arteria carotide sumtae sunt, ex utraque una pars sanguinis in 500 partibus aquae soluta. Postquam obscurior venosae solutionis color agnitus est, reliquae parti venosi sanguinis oxygenio (gaso aqua saturato) color lucide rubens datus, et dilutio venosi sanguinis lucide rubentis quingentis partibus aquae parata. Haec obscurior solutione arteriosi sanguinis, atque concolor solutioni obscuri venosi sanguinis apparuit. Id experimentum saepe a me repititum eundem semper eventum exhibuit. Inde sequitur, obscuriorem in solutionibus venosi sanguinis colorem non ex differentia opticae conditionis dependere (namque optica diversitas adhibito oxygenio sublata est), sed ex uberiore venosi sanguinis pigmento.

Hoc experimentum sic quoque variari potest, ut una arteriosi sanguinis solutio et duae venosi aequabiliter praeparentur. Harum altera quam diu libuerit cum aere atmosphaerico vel cum oxygenio concussa neque arteriosae solutioni concolor neque alteri venosae colore dispar apparebit. Nec mirum. Nam jam in defibrinatione venosus sanguis magnam partem acidi carbonici amittit, ejusque loco oxygenium recipit. Denique in tam attenuatis dilutionibus, quales in omnibus his experimentis adhibebantur, aer aqua ad solutionem adhibita contentus satis oxygenii praebet haematino venosi sanguinis, ut quem possit lucidissimum colorem assumat et conditionem opticam arteriosi haematini ineat. Ulteriore conquassatione cum oxygenio igitur color ultra mutari non potest.

§. 19. Illius simplicis experimenti eventus jam satis manifestus est, qui nostrae quaestioni lucem offundat. Inversio ejusdem experimenti, qua arteriosi sanguinis solutio cum acido carbonico confundatur, cognoscendi causa num ejus color ad venosam solutionem appropinquet, vim probandi habere haud videtur. Nam adhibitis admodum attenuatis dilutionibus haematinum vel venosi sanguinis, ut vidimus, in eam opticam conditionem, quam ex oxygenio accipit, transponitur, ut colorem quam lucidissimum assumat. Quam ob rem venosi sanguinis defibrinati in aqua aerem continente solutio cum arteriosi sanguinis in aqua acido carbonico saturata solutione comparari nequit. In illa enim haematini colorem lucidum et arteriosum, in hac haematini colorem obscurum et venosum,

---

1) Henle u. Pfeuffer, Zeitschr. für rat. Med. I. 440.
2) Ibid. 288.
3) Journ. f. prakt. Chemie. Bd. XXXVIII. S. 273 sq.
4) De sanguinis colore ejusque mutatione per gasa. Diss. inaug. Regiomonti 1856.

intueremur, quae inter se comparari nequeunt. Attamen id experimentum ego institui, unde eventum vidi haud exspectatum.

Si sanguis cum aquae circiter 150 partibus mixtus acido carbonico tractatur, gaso vel simpliciter permeante per fluidum, vel melius solutione cum recentibus usque portionibus gasi vehementer conquassata, primo turbatio exoritur, quae colando tolli potest. Ulterius conquassata colatura — colatio enim commoda est, quo melius color conspiciatur — floridus rubor omnis evanescit fusco (braun) colori cedens, pro dilutionis gradu plus vel minus lucido. In lagenis supra descriptis de albo vitro diametrum 7,5 centimetrorum habentibus solutio ne vestigium quidem ruboris exhibet. In vasis majore diametro color usque obscurius fuscus apparet, denique inter rubrum et fuscum suspenditur, rubore tamen multo minus evidente.

Transitus e rubore in fuscum colorem tardius, saepe aliquot post horas demum succedit, si acidum carbonicum simpliciter permeat; multo citius, saepe jam 5 vel 10 minutis, si solutio cum gaso conquassatur. Commutatio rubri coloris in fuscum plerumque satis subitanea est. Quum prima fusci coloris vestigia, saepe satis diu tardantia, apparuere, mox rubor omnis abit.

Acidum carbonicum, quo utebar, puro acido muriatico ex puro marmore expellebatur. Ne acidi muriatici particulae transilire possent, gasum, priusquam in gasometrum perveniret, per solutionem natri carbonici conducebatur. Quo penitus certus fierem, nihil effici admixtis carbonico acido vestigiis muriatici, saepius acidum carbonicum ex candefacto natro bicarbonico dissolutum adhibui ad hoc experimentum, eodem prorsus cum successu.

Densitas sanguinis in solutione haud indifferens est. Densiores solutiones colorem admodum obscure rubrum exhibebant, nunquam tamen prorsus fuscum. Perlevem quendam ruborem etiam tum retinebant, si diu conquassatae cum acido carbonico aqua diluebantur ad proportionem earum solutionum, quae per acidum carbonicum rubore suo facillime priventur. Ulteriore acidi carbonici usu post eam dilutionem ruber color facillime etiam extinguebatur. Videtur igitur magnarum quantitatum acidi carbonici in exiguas quantitates haematini actione opus esse, ut coloris illa mutatio efficiatur.

Si acido carbonico majores quantitates aeris athmosphaerici admixtae sunt, mutatio coloris difficillima est vel nulla.

Pigmentum fuscum, ex rubro haematino vi acidi carbonici procreatum nullo artificio in rubrum genus prius retrorsum mutatur. Sub antlia pneumatica aeris pressu ad 6 vel 5 lineas barometricae scalae minuto cum apposito kali caustico fuscam solutionem posui, dum nullum vestigium ebullientis gasi (cujus primo admodum vividum erat effugium) appareret; neque fuscus color quidquam mutatus est. Id congruit cum illo, quod Bruchius recte observavit, (densiorem, ad tria vel quatuor volumina dilutam) solutionem acido carbonico obscuratam exantlato acido carbonico non fieri lucidiorem. Verum huic minus dilutae solutioni obscurae conquassatione cum oxygenio lucidus color redditur; illi contra attenuatae solutioni fuscae, quum conquassaretur diutius hora cum portionibus usque recentibus oxygenii, ne vestigium quidem quamvis exiguum pristini ruboris restitui potuit.

Secundum illa adhuc incognitam vim acidi carbonici in rubrum pigmentum sanguinis videmus. Adhuc cognitum fuit hoc tantum, quod acidum carbonicum sanguinem oxygenium continentem ejusque officio lucide rubrum, vel talis sanguinis solutionem, obscurare potest, non sublata facultate recipiendi pristinum colorem oxygenii effectu. Ex Bruchii sententia, quae plane videtur recta esse, acidi carbonici hic ea est vis: Etenim oxygenium cum haematino, sua natura obscuro, componit materiam lucide rubram. Hanc disjungit acidum carbonicum expellens oxygenium, similiter ac hydrogenium expellendo alterum atomum acidi carbonici solutum natrum bicarbonicum in simpliciter carbonicum mutare potest. Itaque simili atque acidum carbonicum ratione alia quoque gasa, et ipsa evacuatio sub antlia pneumatica lucide rubrum sanguinem obscurum reddere possunt. Is effectus acidi carbonici oxygenio tolli potest;

sed effectus a me inventus alia est natura, dependens ex chemicis mutationibus, qui oxygenii actione inverti non possunt.

Mihi veri simillimum factum est, quamquam non ita evidens, ut certo effari audeam, observationes Bruchii eorumque, qui illas confirmarunt, in uno loco non satis subtiles esse. Scilicet si duarum portionum non ita multa aqua (ternis vel quaternis voluminibus) soluti sanguinis altera oxygenio lucida, altera quam diutissime cum acido carbonico conquassata obscura facta est, hujus quidem color oxygenio sane rursum lucidior reddi potest, sed tamen, ut mihi visum est, non tam lucidus quam est color solutionis jam primo compositae cum oxygenio. Certum judicium in solutionibus tam densis non facile est. Acido carbonico sedimentum gignitur, quo fluidi perspicuitas suspenditur. Percolato fluido cognoscitur sedimentum in colo relictum non album esse, sed rutilum, unde apparet aliquantum pigmenti insolubile redditum esse. Liquor colatus, licet partem pigmenti amiserit et inter colandum portione acidi carbonici liberatus sit, plerumque adhuc obscurior est quam portio jam primo oxygenii contagione lucida reddita; neque ego potui mihi persuadere, illum liquorem cum oxygenio conquassatum unquam ad hujus portionis laetum colorem evidenter pervenire. Ea conditio testimonio fuerit, etiam in densioribus solutionibus aliquam partem haematini permanenti mutationi in fuscum colorem obnoxiam esse.

Haematini acido carbonico rubore privati, fuscati chemicam naturam prorsus mutatam esse hinc elucet. Si solutioni sanguinis tantum dilutae, ut aquae partes sint 150 vel plures usque ad 500, aliquot guttae soluti kali vel natri caustici adduntur, ne 24 horis quidem mutatio coloris notabilis sub oculos cadit. Sin autem ad solutionem acido carbonico fuscatam paucae guttae solutionis kali vel natri accedunt, opticae ejus qualitates prorsum mutantur. Tum strata ejus admodum crassa tantum (si amplioribus vasis vitreis continetur) subfusca videntur, tenuiora herbaceum quendam virorem (Saftgrün) exhibent. Apparet igitur in ea solutione dichroismus, quem primus Brücke in pigmento sanguinis observavit, et is pulchrior et evidentior quam alias eum conspexerim. Antequam alkali additum esset, nullum fuit dichroismi vestigium. [1])

Porro, si sanguinis solutioni ammoniacum admiscetur, notabilis mutatio coloris non oboritur. Si ammoniacum additur ad solutionem sanguinis acido carbonico fuscatam, manifesta quaedam species ruboris provenit, tum praesertim conspicua, si fluidum in amplioribus vasis consideratur. Sed is non est lucidus ille rubor, quem solutio habuit ante quam acido carbonico tractaretur, sed potius color inter fuscum et rubrum, propinquior tamen rubro. Itaque si consideratur solutio in angustioribus vasis, rubor colori pure fusco cedit. Viridis color in hoc liquore ammoniacali non conspicitur.

Ex his experimentis cognoscitur, rubrum pigmentum sanguinis ex acido carbonico universalem mutationem chemicarum qualitatum passum esse. Illa facta jam omnia exploraveram, quum pericula feci, num forte alia quoque acida similem vim exercerent. Apparuit acidis muriatico, nitrico, sulfurico, acetico haematinum plane eundem in modum mutari ac carbonico. Aceticum acidum longiore tempore eget, ut idem effectus proveniat, qui ceteris tribus acidis dictis statim sub oculos vocatur. Etenim si solutioni sanguinis in modum illum saepe denotatum dilutae alicujus illorum acidorum paucae

1) Liceat mihi hoc loco adjungere notam de observatione dichroismi, provocatam eo, quod Foller (dissert. p. 18) dicit, se dichroismum semper animadvertisse in eo sanguine, per quem oxygenium permeasset; ejus strata tenuia semper oleagineum colorem habuisse; quae relatio Brückio adversatur. Is enim dichroismum sanguinis venosi continuo evanescere vidit contactu aeris atmosphaerici. — Scilicet magno cum discrimine observationes de dichroismo ita instituteris, ut, ubi sanguinem vel ejus solutionem in spatiosis vasis concusseris, stratum fluidi per parietes defluens luci objectum perspicias. Nullus est sanguis, in quo non tibi videare hac observandi methodo ulens videre coloris speciem quandam olivacei admonentem. Ut tutum judicium de qualitate dichroitica aut non dichroitica solutionis haematini habeatur, admodum dilula solutio satis angustis vasis vitreis tenenda est, ut observatio in quieto liquore consideratius fieri possit. Sic tantum optica fraus tuto evitabitur.

guttae additae cum ea paullisper in orbem commoventur, momento propemodum omnis ruber color evanuit ejusque loco fuscus ille notus, qui acido carbonico semper efficitur, apparuit. Tum si liquori nimietas kali, vel natri, vel terrarum alkalinarum immittitur, ut alkalica reactio in eo manifesta sit, pulcher dichroismus provenit aeque ac fit in liquoribus carbonicis alkalium effectu. Si liquor rursum acidus redditur, omne vestigium viroris tollitur et prior color fuscus redit, qui alkalium praevalente vi iterum deletur, et sic porro. Si solutio sanguinis aliquo acido fuscata ammoniaco super satietatem miscetur, idem prorsus fit quod in liquore vi acidi carbonici fuscato.

Dilutiores solutiones sanguinis tempori permissae paulatim ultro eundem fuscum colorem trahunt, qui acidorum effectu nascitur, ac tum alkalium contagione pariter mutantur ac supra expositum est. Verum potius quam veri simile videtur, acido carbonico, quod ex iis solutionibus enascitur, spontaneam illam coloris mutationem effici.

Ex his experimentis certo constant res duae:

1) acidum carbonicum duplicem effectum in haematinum habere, a) eum quem Bruchius invenit, si acidi carbonici quantitates relative minores agunt in relative majores quantitates haematini; hac sub conditione negativus est effectus acidi carbonici, quippe quod oxygenii cum haematino societatem diriмens colorem lucide rubrum hujus corporis in obscuriorem mutet; b) eum quem ipse inveni, si quantitates acidi carbonici relative majores agunt in quantitates haematini minores; hac sub conditione mutatio fit positive chemica haematini, oxygenio non retrorsum mutabilis, quae cognoscitur eo, quod commercium cum alkaliis aliud fit quam antea fuit.

2) Id haemaetinum, quod in sanguine praeformatum ejus ruborem efficit, longe alia esse natura ac pigmentum id, quod a chemicis acidorum usu ex sanguine paratum et pro puro haematino habitum est. Acida enim, ut modo vidimus, qualitates haematini in sanguine praeformati manifestissime mutant.

Quae igitur est natura illius mutationis, quae acidis carbonico, acetico, sulfurico, muriatico, nitrico efficitur? Num haec acida conjunctionem cum haematino ineunt? — Veri similius sane videtur, his acidis dissolvi aliquam haematini conjunctionem, qua ea materia, cui vere debeatur color sanguineus, constituta fuerit. — Sed satius videtur, illis duabus conjecturis propositis omni ulteriore hypothesi abstinere.

Haud inutile foret ad sanguinis respirationisque physiologiam, si sciretur, num in corpore acidi carbonici effectu gignatur illud fuscum pigmentum, quod extra organismum ex haematino prodire videmus. Forsitan, si in corpore gignatur, ea fuerit forma per quam transeatur ad alia pigmenta originem ex haematino trahentia. Mere fortuitum est, quod fuscata sanguinis solutio quodam modulo diluta eundem colorem habet ac fusca urina, adeo consimilem, ut illum liquorem, qui ejus originem nescirent, urinam esse putarent. In praesentiam tamen illud fuscum pigmentum in sanguine demonstrari non potuit, neque hujus quaestionis difficultas spem certae responsionis mox obtinendae admiserit.

Jam postqam quasi ad calcem decurrimus hujus commentatiunculae, si respicimus, quae potissimum facta inquisitionibus nostris cognoverimus, fere haec videmus:

1) Differentiarum, quae in determinatione ignotae quantitatis sanguinis secundum Welkerianam methodum confecta occurrant, media mensura 3,25 centesimis continetur.

2) Sanguis carotidum plerumque minorem vim tinctoriam habet quam venae jugularis sanguis. (Exceptiones vidimus duas inter plus triginta casus.) Proportio media facultatis tinctoriae utriusque sanguinis in cuniculis erat 100 : 113, in canibus sanis 100 : 111,5. Eam ob causam Welkeri methodus determinandi quantitatem sanguinis correctione indiget.

3) Causa ejus differentiae in eo posita est, quod sanguis venosus majorem portionem haematini habet.

4) In cuniculis media proportio sanguinis ad pondus corporis est 1 : 18,13 (min. 1 : 20,78, max. 1 : 16,43), sive medium pondus sanguinis 5,55 centesimas ponderis corporis habet (min. 4,81, max. 6,08). In femella praegnante ea proportio ascendit in 1 : 14,92 sive 6,70 centesimas.

5) In canibus media proportio sanguinis ad pondus corporis est 1 : 13,53 sive 7,42 centesimarum (min. 1 : 15,09 s. 6,62 csm., max. 1 : 12,33 s. 8,11 csm.).

6) Canes exinanitione 32,1 centesimis ponderis corporis deminui possunt sine mutatione proportionis inter quantitatem sanguinis et pondus corporis intercedentis.

7) Si magnae quantitates acidi carbonici in dilutiorem solutionem pigmenti sanguinis vim suam exercent, hujus natura chemica penitus mutatur. Quae mutatio cognoscitur eo, quod ruber color ejus pigmenti celeriter in fuscum abit ita, ut oxygenii effectu restitui non possit; tum eo, quod commercium ejusdem pigmenti cum alkaliis longe aliud fit atque antea fuit.

8) Quum eodem modo, quo acidum carbonicum, cetera quoque acida chemicam naturam haematini immutent, statuendum est, id pigmentum, quod chemici ex sanguine acidis quibusvis in auxilium vocatis extractum purum haematinum appellant, multo diversam esse ab ea materia, quae in sanguine praeformata colorem ei impertit.

THESES DEFENDENDAE.

1. Plures sunt rationes, quae esse Halleri doctrinam de musculorum irritabilitate confirment, quam quae non esse eam arguant.

2. Quae sunt hodiernae de mechanismo adaptionis theoriae, non sufficiunt ad omnia accommodationis oculi phaenomena explicanda.

3. Media pressio sanguinis a cordis vi pendet.

4. Febris definitio anomala temperaturae corporis auctione non satis exhauritur.